

PCT/JP2004/008910

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 1 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 7 3 9 2 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 7 3 9 2 2]

出 願 人 日 本 電 信 電 話 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

REC'D 06 AUG 2004

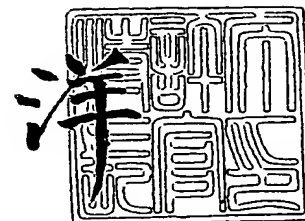
WIPO PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 2 2 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 0 6 3 8 8 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH147336

【提出日】 平成15年 6月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 12/28

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 熊谷 智明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 永田 健悟

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 大槻 信也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 相河 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701422

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に利用し、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項2】 請求項1の無線パケット通信方法において、

検出した空き状態の無線チャネルが1つだけの場合には、複数の無線チャネルが空き状態になるのを待つことなく、1つの空き無線チャネルを利用して1つのタイミングで1つのデータパケットのみを送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項3】 請求項1の無線パケット通信方法において、

前記各無線局は、自局が何れかの無線チャネルに対してデータパケットを送信中である間は、自局からの新たなデータパケットの送信を禁止する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項4】 請求項1の無線パケット通信方法において、

前記各無線局は、空き状態の無線チャネルを検出した場合であっても、予め定められた期間あるいは所定の方法でその都度設定される期間が経過するまでは、検出した空き状態の無線チャネル数が所定の条件を満たす数になるまでは自局からの新たなデータパケットの送信を禁止し、空き状態の無線チャネル数が前記条件を満たす状態になった後で、空いている複数の無線チャネルを同時に利用し、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 5】 複数の無線チャネルの利用が可能な 2 つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信装置において、

各無線局に、

入力されたデータパケットに対して変調及び周波数変換を含む必要な処理を施し予め定められた無線チャネルを用いて無線信号として送信するデータパケット送信手段と、前記無線チャネルの空き状況を検出するとともに、前記無線チャネルを介して送信された無線信号を受信し周波数変換及び復調を含む必要な処理を施してデータパケットを受信するデータパケット受信手段とを含む無線パケット送受信手段を複数の無線チャネルのそれぞれについて設けるとともに、

送信すべきデータパケットを一時的に保持するとともに保持されているデータパケットの存在するアドレス情報を該当するデータパケットのパケットサイズと対応付けてデータパケット格納情報として保持し、パケット送出の要求を受けた場合には要求されたデータパケットを読み出して出力する送信バッファ手段と、

前記データパケット格納情報に基づいて、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で予め定めた条件に適合するデータパケットとパケットサイズが同一もしくは同等のデータパケットの数を出力するとともに、データパケットの出力要求を受けた場合に、要求された数の互いにパケットサイズが等しいデータパケットを前記送信バッファ手段から取り出すデータパケット管理手段と

、
予め定められた複数の無線チャネルのそれぞれに関する空き状況の情報と、前記データパケット管理手段が出力したデータパケットの数と、予め定めた条件とに基づいて、同時に送信するデータパケット数を決定するとともに、空き状態の複数の無線チャネルの中から複数のデータパケットの同時送信に用いる複数の無線チャネルを選定する送信チャネル選択制御手段と、

前記送信チャネル選択制御手段が決定したデータパケット数と同数のデータパケットの送出を前記データパケット管理手段に要求し、前記送信バッファ手段から出力された複数のデータパケットのそれぞれを前記送信チャネル選択制御手段

が選択した複数の無線チャネルの何れかに対応付け、該当する無線チャネルの無線パケット送受信手段に与えるパケット振り分け送信制御手段と

を設けたことを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 6】 請求項 5 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、自局がデータパケットを送信中でないときに、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で予め定めた条件に適合するデータパケットとパケットサイズが同一もしくは同等のデータパケットの数を出力することを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 7】 請求項 5 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で、最も早い時刻に前記送信バッファ手段に入力された先頭のデータパケットとパケットサイズが同一もしくは同等のデータパケットの数を出力することを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 8】 請求項 5 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、自局がデータパケットを送信中でないときに、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で、最も早い時刻に前記送信バッファ手段に入力された先頭のデータパケットとパケットサイズが同一もしくは同等のデータパケットの数を出力することを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 9】 請求項 5 の無線パケット通信装置において、

前記送信バッファ手段は、保持されているデータパケットの存在するアドレス情報を該当するデータパケットのパケットサイズ及び当該データパケットの宛先となる無線局の識別情報と対応付けてデータパケット格納情報として保持し、パケット送出の要求を受けた場合には要求されたデータパケットを読み出して出力するとともに該当するデータパケットをバッファ上から削除し、

前記データパケット管理手段は、前記データパケット格納情報を参照し、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で予め定めた条件に適合するデータパケットとパケットサイズ及び宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットの数を出力するとともに、データパケットの出力要求を受けた場合に、要求された数の互いにパケットサイズが同一もしくは同等でかつ宛先となる

無線局の識別情報が同一のデータパケットを前記送信バッファ手段から取り出すことを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 10】 請求項 9 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、自局がデータパケットを送信中でないときに、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で予め定めた条件に適合するデータパケットとパケットサイズが同一もしくは同等でかつ宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットの数を出力することを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 11】 請求項 9 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で、最も早い時刻に前記送信バッファ手段に入力された先頭のデータパケットとパケットサイズが同一もしくは同等でかつ宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットの数を出力することを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 12】 請求項 9 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、自局がデータパケットを送信中でないときに、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で、最も早い時刻に前記送信バッファ手段に入力された先頭のデータパケットとパケットサイズが同一もしくは同等でかつ宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットの数を出力することを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 13】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局は、空間分割多重を用いて各々の無線チャネルで独立した複数の信号を同時に伝送することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 14】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第 1 のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第 2 のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第 3 のモードとの何れかを、検出した空きチャネル数及びパケット長が互いに同一もしくは同等の送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 15】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、 送信を行う無線局が、単一の無線チャネルだけを用地空間分割多重を併用しない第 1 のモードと、単一の無線チャネルだけを用地空間分割多重を併用する第 2 のモードと、複数の無線チャネルを同時に用地空間分割多重を併用しない第 3 のモードと、複数の無線チャネルを同時に用地空間分割多重を併用する第 4 のモードとの何れかを、検出した空きチャネル数及びパケット長が互いに同一もしくは同等の送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 16】 請求項 13 の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、予め定めた条件に適合するデータパケットとパケット長が同一もしくは同等のデータパケットの数が検出された空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数以下の場合には、前記パケット長が同一もしくは同等の全てのデータパケットを空き状態の複数の無線チャネルを用いて同時に並列送信し、前記パケット長が同一もしくは同等のデータパケットの数が検出された空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数を超える場合には、空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数と同数の前記パケット長が同一もしくは同等のデータパケットを空き状態の無線チャネルを用いて同時に並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 17】 請求項 5 の無線パケット通信装置において、単一の無線チャネルだけを用地空間分割多重を併用しない第 1 のモードと、単一の無線チャネルだけを用地空間分割多重を併用する第 2 のモードと、複数の無線チャネルを同時に用地空間分割多重を併用しない第 3 のモードとの何れかを、検出した空きチャネル数及び前記データパケット管理手段が出力したデータパケットの数の少なくとも一方に基づいて選択する手段を更に設けたことを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 18】 請求項 5 の無線パケット通信装置において、単一の無線チャネルだけを用地空間分割多重を併用しない第 1 のモードと、単一の無線チャネ

ルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用する第4のモードとの何れかを、検出した空きチャネル数及び前記データパケット管理手段が出力したデータパケットの数の少なくとも一方に基づいて選択する手段を更に設けたことを特徴とする無線パケット通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の無線局間で無線媒体を介してデータパケットを伝送する場合に用いられる無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

本発明と関連のある従来技術としては、非特許文献1，非特許文献2及び非特許文献3が知られている。

例えば非特許文献1に示されたような標準規格に準拠する従来の無線パケット通信システムにおいては、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、パケットの送信に先立って当該無線チャネルの空き状況を検出し、チャネルが使用されていなかった場合にのみ1つのパケットを送信する。また、このような制御により1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができる。

【0003】

このような無線パケット通信システムに用いられる従来の無線局は、図18に示すように送信バッファ、パケット送信制御部、変調器、無線送信部、無線受信部、キャリア検出部、復調器、パケット選択部、アンテナ、ヘッダ付加部及びヘッダ除去部を備えている。

送信すべき1つ又は複数のデータフレームからなる送信データフレーム系列は、図18のヘッダ付加部に入力される。実際のデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームが用いられる。

【0004】

ヘッダ付加部は、入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置のID情報を含む制御情報を付加し、図18に示すようなデータパケットを生成する。このようなデータパケットで構成されるデータパケット系列が、ヘッダ付加部から出力され送信バッファに入力される。

【0005】

送信バッファは入力された1つ又は複数のデータパケットをバッファリングし、一時的に保持する。

一方、他の無線局が予め定めた1つの無線チャネル（以下、特定無線チャネル）で送信した無線信号は、自局のアンテナで受信され無線受信部に入力される。この無線受信部は、アンテナから入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波、AD（アナログーデジタル）変換等の受信処理を施す。

【0006】

なお、無線受信部は前記特定無線チャネルに対応する受信処理だけを行う。また、自局のアンテナが送信のために使用されている時を除き、他の無線パケット通信装置が送信したデータパケットの有無とは無関係に、アンテナで受信された無線信号は無線受信部に入力される。従って、無線受信部はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行うことができる。

【0007】

前記特定無線チャネルで他の無線パケット通信装置からデータパケットが送信された場合には、自局の無線受信部における受信処理の結果として、受信したデータパケットに対応する複素ベースバンド信号が受信信号として得られる。また、同時に前記特定無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI（Received Signal Strength Indicator）信号が得られる。

【0008】

なお、RSSI信号は、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に無線受信部から出力される。従って、前記特定無線チャ

ネルでデータパケットが送信されていない場合には、前述の複素ベースバンド信号は出力されないが、当該無線チャネルにおけるRSSI信号が無線受信部から出力される。

【0009】

無線受信部から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器及びキャリア検出部にそれぞれ入力される。

キャリア検出部は、入力されたRSSI信号によってそれぞれ示される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較し、受信電界強度の値が閾値よりも小さい場合には前記特定無線チャネルが空き無線チャネルであると判定し、それ以外の場合には前記特定無線チャネルがビジーであると判定する。この判定結果がキャリア検出結果としてキャリア検出部から出力される。

【0010】

キャリア検出部から出力されるキャリア検出結果は、パケット送信制御部に入力される。

パケット送信制御部は、入力されたキャリア検出結果を参照し、前記特定無線チャネルが空き状態か否かを認識する。そして、前記特定無線チャネルが空き状態であった場合には、バッファ中の1つのデータパケットを出力することを要求する要求信号を送信バッファに与える。

【0011】

送信バッファは、パケット送信制御部からの前記要求信号を受信すると、送信バッファが保持しているデータパケットのうち、送信バッファに入力された時刻が最も早いデータパケットを取り出してパケット送信制御部に与える。

パケット送信制御部は、送信バッファから入力されたデータパケットを変調器に対して出力する。変調器は、入力されたデータパケットに所定の変調処理を施して無線送信部に出力する。

【0012】

無線送信部は、変調処理後のデータパケットを変調器から入力し、このデータパケットに対してDA（ディジタルーアナログ）変換，周波数変換，フィルタリング，電力増幅等の送信処理を施す。

なお、無線送信部は前述の特定無線チャネルのみに対する送信処理を行う。無線送信部で送信処理されたデータパケットは、アンテナを介して送信される。

【0013】

一方、復調器は、無線受信部から入力された受信信号に対して復調処理を行う。この復調処理の結果として得られるデータパケットは、パケット選択部に与えられる。

パケット選択部は、復調器から入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、このデータパケットの先頭には図18に示すような宛先に関するID情報が付加されているので、このID情報が自局と一致するか否かを調べることにより、自局宛のデータパケットとそれ以外とを区別する。

【0014】

パケット選択部は、自局宛に送信されたデータパケットを受信した場合には当該パケットを受信データパケット系列としてヘッダ除去部に出力し、それ以外のパケットを受信した場合には当該パケットを破棄する。

ヘッダ除去部は、パケット選択部から入力された受信データパケット系列の各々のデータパケットに付加されている宛先のID情報を含む制御情報を除去して元のデータフレームを抽出し、受信データフレーム系列として出力する。

【0015】

以上に説明したような構成の無線局は、他の無線局（無線パケット通信装置）との間で、予め定めた1つの無線チャネルを介してデータパケットの送受信を行うことができる。

一方、非特許文献2においては、上述のような無線パケット通信技術において、周波数帯域を拡大することなく最大スループットを更に向上させるために、空間分割多重（SDM：Space Division Multiplexing）方式を適用することを提案している。

【非特許文献1】

小電力データ通信システム／広帯域移動アクセスシステム（CSMA）標準規格、ARIB STD-T71 1.0版、(社)電波産業会、平成12年策定

【非特許文献2】

黒崎ほか、MIMOチャネルにより100Mb/sを実現する広帯域移動通信SDM-COFDM方式の提案、信学技報、A-P2001-96、RCS2001-135(2001-10)

【非特許文献3】

飯塚ほか、IEEE802.11a準拠 5GHz帯無線LANシステム ーパケット伝送特性ー、B-5-124、2000年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、2000年9月

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

上述のような無線パケット通信技術において、最大スループットを向上させるための方法としては、変調多値数を増加すること、空間分割多重を適用すること、1チャネルあたりの周波数帯域幅の拡大により無線区間のデータ伝送速度を高速化することなどが考えられる。

【0017】

しかし、例えば非特許文献3の中でも指摘されているように、パケット衝突回避のためにはパケットの送信直後に無線区間のデータ伝送速度に依存しない一定の送信禁止期間を設ける必要がある。この送信禁止期間を設けると、無線区間のデータ伝送速度が増大するにつれてデータパケットの転送効率(無線区間のデータ伝送速度に対する最大スループットの比)が低下することになるので、無線区間のデータ伝送速度を上げるだけではスループットの大幅な向上は困難であった。

【0018】

例えば、各々の無線局に複数の無線通信インタフェースを設ければ、独立した複数の無線回線を同時に形成することができる。そのような場合には、複数の無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを並列に送信することも可能である。これにより、スループットの大幅な改善も可能になる。

しかしながら、同時に使用する複数の無線チャネルの中心周波数が互いに近接しているような場合には、一方の無線チャネルから他方の無線チャネルが使用し

ている周波数領域へ漏れ出す漏洩電力の影響が大きくなる。

【0019】

一般に、データパケットの伝送を行う場合には、送信側の無線局がデータパケットの無線信号を送信した後で、受信側の無線局は受信したデータパケットに対する送達確認パケット (Ack) を送信側の無線局に対して返送する。この送達確認パケットを送信側の無線局が受信しようとする際に、漏洩電力の影響が現れる。

【0020】

例えば、図17において無線チャネル(1)と無線チャネル(2)の中心周波数が互いに近接している場合を想定すると、時刻 $t_3 - t_4$ で無線チャネル(1)に送達確認パケット (Ack(1)) が現れたときに、データパケット(2)を送信中である無線チャネル(2)からの漏洩電力の影響が無線チャネル(1)に現れるので、送信側の無線局は送達確認パケット (Ack(1)) を受信できない可能性が高くなる。このような状況では、同時に複数の無線チャネルを利用したとしてもスループットを改善するのは困難である。

【0021】

本発明は、各無線局が複数の無線チャネルを同時に利用できる場合に、チャネル間で電力の漏洩が生じる場合であってもスループットを改善することが可能な無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置を提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】

請求項1は、複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に利用し、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする。

【0 0 2 3】

請求項 1 においては、同時に複数の無線チャンネルが空いている場合には、複数の無線チャンネルを同時に利用して複数のデータパケットを同時に伝送するので、スループットが改善される。また、同時に伝送する複数のデータパケットはパケット長が互いに同一なので、チャンネル間で電力の漏れが生じる場合であっても各チャンネルで送達確認パケットを受信するタイミングでは隣接するチャンネルもデータパケットの送信を終了しているので、確実に送達確認パケットを受信できる。

【0 0 2 4】

請求項 2 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、検出した空き状態の無線チャンネルが 1 つだけの場合には、複数の無線チャンネルが空き状態になるのを待つことなく、1 つの空き無線チャンネルを利用して 1 つのタイミングで 1 つのデータパケットのみを送信することを特徴とする。

請求項 2 においては、空き無線チャンネルが 1 つだけの場合であってもデータパケットの送信を行うので、無線チャンネルの利用効率が改善される。

【0 0 2 5】

請求項 3 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記各無線局は、自局が何れかの無線チャンネルに対してデータパケットを送信中である間は、自局からの新たなデータパケットの送信を禁止することを特徴とする。

請求項 3 においては、1 つ以上の空き無線チャンネルができた場合であっても、自局の他の無線チャンネルの送信が終了するまで待ってから次のデータパケットを送信するので、チャンネル間で電力の漏れが生じる場合であっても、隣接するチャンネルからの漏洩電力の影響によって送達確認パケットの受信に失敗するのを避けることができ、スループットが改善される。

【0 0 2 6】

請求項 4 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記各無線局は、空き状態の無線チャンネルを検出した場合であっても、予め定めた期間あるいは所定の方法によってその都度設定される期間が経過するまでは、検出した空き状態の無線チャンネル数が所定の条件を満たす数になるまでは自局からの新たなデータパケットの送信を禁止し、空き状態の無線チャンネル数が前記条件を満たす状態にな

った後で、空いている複数の無線チャネルを同時に利用し、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする。

【0027】

請求項4においては、常に複数の無線チャネルを用いて同時に複数のデータパケットを送信するので、複数の無線チャネルが同時に空き状態になる頻度が高い場合には、単位時間あたり送信可能なデータパケットの数を増やすことができる。また、パケット長が同じデータパケットを同時に送信するので、チャネル間の漏洩電力の影響を受けることなく送達確認パケットを受信できる。

【0028】

請求項5の無線パケット通信装置は、複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信装置において、各無線局に、入力されたデータパケットに対して変調及び周波数変換を含む必要な処理を施し予め定められた無線チャネルを用いて無線信号として送信するデータパケット送信手段と、前記無線チャネルの空き状況を検出するとともに、前記無線チャネルを介して送信された無線信号を受信し周波数変換及び復調を含む必要な処理を施してデータパケットを受信するデータパケット受信手段とを含む無線パケット送受信手段を複数の無線チャネルのそれぞれについて設けるとともに、送信すべきデータパケットを一時的に保持するとともに保持されているデータパケットの存在するアドレス情報を該当するデータパケットのパケットサイズと対応付けてデータパケット格納情報として保持し、パケット送出の要求を受けた場合には要求されたデータパケットを読み出して出力する送信バッファ手段と、前記データパケット格納情報に基づいて、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で予め定められた条件に適合するデータパケットとパケットサイズが等しいデータパケットの数を出力するとともに、データパケットの出力要求を受けた場合に、要求された数の互いにパケットサイズが等しいデータパケットを前記送信バッファ手段から取り出すデータパケット管理手段と、予め定められた複数の無線チャネルのそれぞれに関する空き状況の情報と、前記データパケット管理手段が出力したデータパ

ケットの数と、予め定めた条件とに基づいて、同時に送信するデータパケット数を決定するとともに、空き状態の複数の無線チャネルの中から複数のデータパケットの同時送信に用いる複数の無線チャネルを選定する送信チャネル選択制御手段と、前記送信チャネル選択制御手段が決定したデータパケット数と同数のデータパケットの送出を前記データパケット管理手段に要求し、前記送信バッファ手段から出力された複数のデータパケットのそれぞれを前記送信チャネル選択制御手段が選択した複数の無線チャネルの何れかに対応付け、該当する無線チャネルの無線パケット送受信手段に与えるパケット振り分け送信制御手段とを設けたことを特徴とする。

【0029】

請求項5においては、請求項1と同様に、同時に複数の無線チャネルが空いている場合には、複数の無線チャネルを同時に利用して複数のデータパケットを同時に伝送するので、スループットが改善される。また、同時に伝送する複数のデータパケットはパケット長が互いに同一なので、チャネル間で電力の漏れが生じる場合であっても各チャネルで送達確認パケットを受信するタイミングでは隣接するチャネルもデータパケットの送信を終了しているので、確実に送達確認パケットを受信できる。

【0030】

また、送信対象としてパケット長が異なる様々なパケットが入力される場合であっても、送信バッファ手段及びデータパケット管理手段を設けることにより、互いにパケット長が等しい送信待ち状態のデータパケット数を把握でき、パケット長が等しい複数のデータパケットを前記送信バッファ手段から取り出すことができる。

【0031】

請求項6は、請求項5の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、自局がデータパケットを送信中でないときに、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で予め定めた条件に適合するデータパケットとパケットサイズが等しいデータパケットの数を出力することを特徴とする。

請求項6においては、自局がデータパケットを送信中でないときに限り、互い

にパケット長が等しい送信待ち状態のデータパケット数を検出し、パケット長が等しい複数のデータパケットを送信バッファ手段から取り出して送信することができる。

【0 0 3 2】

請求項 7 は、請求項 5 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で、最も早い時刻に前記送信バッファ手段に入力された先頭のデータパケットとパケットサイズが同一のデータパケットの数を出力することを特徴とする。

請求項 7 においては、送信バッファ手段に保持されている送信待ち状態のデータパケットの中で、先頭のパケットを含む複数のデータパケットを同時に取り出して送信することができる。

【0 0 3 3】

送信側では同じパケット長のデータパケットを同時に送信するためにパケットの並びを変更する。従って、受信側ではデータパケットの並びを番号順に並べ替える処理が必要になる。また、並べ替えによってパケット毎に異なる遅延が発生する。しかし、バッファの先頭からそのパケットを含む長さの同じ複数のデータパケットを同時に取り出して送信することにより、受信側の並び替えが容易になり、並び替えに伴う遅延も減らすことができる。

【0 0 3 4】

請求項 8 は、請求項 5 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、自局がデータパケットを送信中でないときに、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で、最も早い時刻に前記送信バッファ手段に入力された先頭のデータパケットとパケットサイズが同一のデータパケットの数を出力することを特徴とする。

【0 0 3 5】

請求項 8 においては、自局がデータパケットを送信中でないときに限り、互いにパケット長が等しい送信待ち状態のデータパケット数を検出し、送信バッファ手段上の先頭のパケット及びそれとパケット長が等しい複数のデータパケットを送信バッファ手段から取り出して送信することができる。

請求項 9 は、請求項 5 の無線パケット通信装置において、前記送信バッファ手段は、保持されているデータパケットの存在するアドレス情報を該当するデータパケットのパケットサイズ及び当該データパケットの宛先となる無線局の識別情報と対応付けてデータパケット格納情報として保持し、パケット送出の要求を受けた場合には要求されたデータパケットを読み出して出力するとともに該当するデータパケットをバッファ上から削除し、前記データパケット管理手段は、前記データパケット格納情報を参照し、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で予め定めた条件に適合するデータパケットとパケットサイズ及び宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットの数を出力するとともに、データパケットの出力要求を受けた場合に、要求された数の互いにパケットサイズが同一もしくは同等でかつ宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットを前記送信バッファ手段から取り出すことを特徴とする。

【0 0 3 6】

請求項 9 においては、送信対象として宛先が互いに異なるパケットや、パケット長が異なる様々なパケットが入力される場合であっても、送信バッファ手段及びデータパケット管理手段を設けることにより、互いにパケット長が等しくしかも宛先が同一の送信待ち状態のデータパケット数を把握でき、またパケット長が等しく宛先が同一の複数のデータパケットを前記送信バッファ手段から取り出すことができる。

【0 0 3 7】

請求項 1 0 は、請求項 9 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、自局がデータパケットを送信中でないときに、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で予め定めた条件に適合するデータパケットとパケットサイズ及び宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットの数を出力することを特徴とする。

【0 0 3 8】

請求項 1 0 においては、自局がデータパケットを送信中でないときに限り、互いにパケット長が等しくしかも宛先が同一の送信待ち状態のデータパケット数を検出し、パケット長が等しく宛先が同一の複数のデータパケットを送信バッファ

手段から取り出して送信することができる。

請求項 11 は、請求項 9 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で、最も早い時刻に前記送信バッファ手段に入力された先頭のデータパケットとパケットサイズ及び宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットの数を出力することを特徴とする。

【0039】

送信側では同じパケット長のデータパケットを同時に送信するためにパケットの並びを変更する。従って、受信側ではデータパケットの並びを番号順に並べ替える処理が必要になる。また、並べ替えによってパケット毎に異なる遅延が発生する。しかし、バッファの先頭からそのパケットを含む長さ及び宛先が同じ複数のデータパケットを同時に取り出して送信することにより、受信側の並び替えが容易になり、並び替えに伴う遅延も減らすことができる。

【0040】

請求項 12 は、請求項 9 の無線パケット通信装置において、前記データパケット管理手段は、自局がデータパケットを送信中でないときに、前記送信バッファ手段が保持しているデータパケットの中で、最も早い時刻に前記送信バッファ手段に入力された先頭のデータパケットとパケットサイズ及び宛先となる無線局の識別情報が同一のデータパケットの数を出力することを特徴とする。

【0041】

請求項 12 においては、自局がデータパケットを送信中でないときに限り、送信バッファ手段上の先頭のパケットとパケット長が等しくしかも宛先が同一の送信待ち状態のデータパケット数を検出し、前記先頭のパケット及びそれとパケット長及び宛先が同一の複数のデータパケットを送信バッファ手段から取り出して送信することができる。

【0042】

請求項 13 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局は、空間分割多重を用いて各々の無線チャネルで独立した複数の信号を同時に伝送することを特徴とする。

請求項14は、請求項1の無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードとの何れかを、検出した空きチャネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択することを特徴とする。

【0043】

請求項15は、請求項1の無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用する第4のモードとの何れかを、検出した空きチャネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択することを特徴とする。

【0044】

請求項16は、請求項13の無線パケット通信方法において、前記無線局は、予め定めた条件に適合するデータパケットとパケット長が同一もしくは同等のデータパケットの数が検出された空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数以下の場合には、前記パケット長が同一もしくは同等の全てのデータパケットを空き状態の複数の無線チャネルを用いて同時に並列送信し、前記パケット長が同一もしくは同等のデータパケットの数が検出された空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数を超える場合には、空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数と同数の前記パケット長が同一もしくは同等のデータパケットを空き状態の無線チャネルを用いて同時に並列送信することを特徴とする。

【0045】

請求項17は、請求項5の無線パケット通信装置において、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャネルだ

けを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードとの何れかを、検出した空きチャネル数及び前記データパケット管理手段が出力したデータパケットの数の少なくとも一方に基づいて選択する手段を更に設けたことを特徴とする。

【0046】

請求項18は、請求項5の無線パケット通信装置において、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用する第4のモードとの何れかを、検出した空きチャネル数及び前記データパケット管理手段が出力したデータパケットの数の少なくとも一方に基づいて選択する手段を更に設けたことを特徴とする。

【0047】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）

本発明の無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置の1つの実施の形態について図1～図4、図13、図14及び図16を参照して説明する。この形態は請求項1～請求項3及び請求項5～請求項12に対応する。

【0048】

図1は送信処理（1）を示すフローチャートである。図2はこの形態の無線局の構成を示すブロック図である。図3は受信処理を示すフローチャートである。図4はこの形態のデータパケットの構成を示す模式図である。図13は各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

この形態では、請求項5の無線パケット送受信手段、送信バッファ手段、データパケット管理手段、送信チャネル選択制御手段及びパケット振り分け送信制御手段は、それぞれ送受信処理部10、送信バッファ22、データパケット管理部27、送信チャネル選択制御部23及びパケット振り分け送信制御部24に対応する。

【0049】

この形態では、図2に示すように構成された無線局を2つ用いてこれらの無線局の間で無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。勿論、これらの無線局の周囲には、同じ無線チャネルを利用する他の無線局も存在する可能性がある。実際には、例えばIEEE 802.11規格に準拠する無線LANシステムを構成する無線基地局や無線端末をこれらの無線局として想定することができる。

【0050】

2つの無線局の間の無線回線上では、図4に示すようなデータパケット及びAckパケットが伝送される。データパケットは送信側の無線局から送出され、Ackパケットは受信したデータパケットに対する送達確認パケットとして受信側の無線局から送出される。

図4に示すように、データパケットにはデータフレームの他に、パケット種別情報、宛先無線局の識別情報(ID)、送信元無線局の識別情報及びシーケンス番号を含む制御情報が含まれている。また、Ackパケットにはパケット種別情報と直前に受信したデータパケットの送信元無線局の識別情報を含む制御情報が含まれている。

【0051】

図2に示す無線局は、複数の送受信処理部10(1)、10(2)、・・・と、ヘッダ付加部21、送信バッファ22、送信チャネル選択制御部23、パケット振り分け送信制御部24、パケット順序管理部25、ヘッダ除去部26及びデータパケット管理部27とを備えている。

各送受信処理部10(1)、10(2)、・・・は、互いに異なる無線チャネルで無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なっているので、送受信処理部10(1)、10(2)、・・・が使用する無線回線は互いに独立している。

【0052】

各々の送受信処理部10は、変調器11、無線送信部12、アンテナ13、無線受信部14、復調器15、パケット選択部16、キャリア検出部17、送信状態保持部18及びAckパケット生成部19を備えている。

なお、図2には2つの送受信処理部10だけを示してあるが、1つの無線局に設ける送受信処理部10の数については必要に応じて増やしてもよい。また、ここでは説明及び制御の簡略化のために、全ての無線チャネルの伝送速度が同一である場合を想定している。

【0053】

図2に示す無線局においては、複数の送受信処理部10(1), 10(2), ... を備えているので、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信することができる。

ヘッダ付加部21の入力には、送信すべき送信データフレーム系列が入力される。この送信データフレーム系列は、1つあるいは複数のデータフレームで構成される。実際に扱うデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームなどが想定される。

【0054】

ヘッダ付加部21は、図4に示すようなデータパケットを生成する。すなわち、ヘッダ付加部21に入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、パケット種別情報、宛先無線局の識別情報、送信元無線局の識別情報及びシーケンス番号を含む制御情報を付加する。

パケット種別情報は、このデータパケットがデータフレームを送受信するために使用されるデータパケットであることを表す情報である。宛先無線局の識別情報は、当該データフレームの宛先となる無線局を特定するために利用される。送信元無線局の識別情報は、当該データフレームの送信元の無線局を特定するために利用される。シーケンス番号は、当該無線局が送信するデータフレームの順番を表す番号である。

【0055】

ヘッダ付加部21が生成したデータパケットは、データパケット系列として送信バッファ22に入力される。

送信バッファ22は、入力された1つあるいは複数のデータパケットをバッファリングして一時的に保持する。また、送信バッファ22は現在保持している各々のデータパケットが、送信バッファ22上のどのアドレスに保持されているか

を表すアドレス情報と、当該データパケットの packet size 及び宛先無線局の ID とを互いに対応付けて管理しており、これらの情報をデータパケット格納情報として逐次出力する。このデータパケット格納情報はデータパケット管理部 27 に入力される。

【0056】

データパケット管理部 27 は、送信バッファ 22 から逐次入力される前記データパケット格納情報を参照し、送信バッファ 22 に保持されている各データパケットのアドレス情報及び packet size 及び宛先無線局の ID を互いに対応付けて管理する。

なお、データパケットの伝送が 2 つの無線局間のみに限られるような場合には、送信バッファ 22 及びデータパケット管理部 27 は宛先無線局の ID を管理する必要はない。

【0057】

また、データパケット管理部 27 はアドレス情報に基づき、送信バッファ 22 に保持されている各データパケットの中で最も早い時刻に入力されたものを先頭データパケットとして認識し、この先頭データパケットと同一の packet size 及び同一の宛先無線局の ID を有するデータパケットの数を送信チャネル選択制御部 23 に出力する。

【0058】

なお、データパケット管理部 27 が先頭データパケットと同一の packet size を有するデータパケットの数を送信チャネル選択制御部 23 に出力する条件については、自局がデータパケットを送信中でない時が望ましいが、例えば無条件に定期的に出力するような形態も考えられる。

送信チャネル選択制御部 23 の各入力端子には、各送受信処理部 10 内のキャリア検出部 17 がそれぞれ検出した各無線チャネルのキャリア検出結果と、データパケット管理部 27 が出力するデータパケット数（先頭データパケットと同一の packet size 及び同一の宛先無線局の ID を有するデータパケットの数）と、各送受信処理部 10 内の送信状態保持部 18 が出力する各無線チャネルにおける送信状況の情報とが入力される。

【0059】

送信チャネル選択制御部23は、これらの入力情報に基づいて同時に送信するデータパケットの数を決定するとともに、これらのデータパケットの送信に用いる無線チャネルを選択し、これらの結果をパケット振り分け送信制御部24に対して出力する。

【0060】

なお、ここではキャリア未検出でありかつ送信処理中でない無線チャネルを空き無線チャネルと呼ぶことにする。また、キャリア未検出かどうかを判定するためにキャリアを監視する時間の長さについては所定の計算式から算出される一定時間Tとする。

この形態では、送信チャネル選択制御部23は空き無線チャネルの数がデータパケット管理部27から通知されたデータパケット数以上であった場合には、このデータパケット数を同時に送信するデータパケットの数として決定するとともに、このデータパケットの数と同数の無線チャネルを前記空き無線チャネルの中から選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部24に通知する。

【0061】

また、空き無線チャネルの数がデータパケット管理部27から通知されたデータパケット数よりも少なかった場合には、空き無線チャネルの数を同時に送信するデータパケットの数として決定するとともに前記全ての空き無線チャネルを選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部24に通知する。

パケット振り分け送信制御部24は、送信チャネル選択制御部23から通知された無線チャネルの選択結果から得られる送信データパケット数に従って、これと同数のデータパケットを送信バッファ22から読み出すための要求をデータパケット管理部27に出力する。

【0062】

データパケット管理部27は、パケット振り分け送信制御部24から入力された要求の内容を参照し、要求されたデータパケットの数と同数の1つ又は複数のデータパケットの各アドレス情報を送信バッファ22に対して出力する。

ここで出力されるアドレス情報は、実際には、送信バッファ22上の先頭デー

タパケットの位置を表すアドレス情報と、前記先頭データパケットとパケットサイズが同一の必要数の各データパケットの位置を表すアドレス情報とで構成される。

【0063】

送信バッファ22は、それが保持しているデータパケットの中で、データパケット管理部27から入力された各アドレス情報で特定されるアドレスに存在する各データパケットを全て読み出してパケット振り分け送信制御部24に出力するとともに、該当する各データパケットを送信バッファ22上から削除する。

パケット振り分け送信制御部24は、送信バッファ22から入力された各々のデータパケットに対し、送信チャネル選択制御部23から通知された無線チャネルの中で互いに異なる無線チャネルを1つずつ対応付ける。

【0064】

そして、複数のデータパケットがパケット振り分け送信制御部24に入力された場合には、これらを同一のタイミングで選択された複数の無線チャネルを用いて並列送信するために、複数の送受信処理部10（選択された無線チャネルに該当するもののみ）の各変調器11に対してそれぞれ該当するデータパケットを同時に出力する。また、パケット振り分け送信制御部24は選択された複数の無線チャネルを用いてデータパケットの送信処理を開始したことを示す信号を、選択された無線チャネルに該当する送受信処理部10内の送信状態保持部18に対して出力する。

【0065】

また、パケット振り分け送信制御部24に入力されたデータパケットが1つのみである場合には、選択した1つの無線チャネルに対応する1つの送受信処理部10の変調器11に対してデータパケットを送信し、選択された1つの無線チャネルを用いてデータパケットの送信処理を開始したことを示す信号を同じ送受信処理部10内の送信状態保持部18に対して出力する。

【0066】

各送受信処理部10内の変調器11は、パケット振り分け送信制御部24からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を

施して無線送信部 12 に出力する。

各無線送信部 12 は、変調器 11 から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA 変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施す。各無線送信部 12 は、それぞれ予め割り当てられた 1 つの無線チャネルに対応した送信処理を行う。無線送信部 12 によって送信処理が施されたデータパケットは、アンテナ 13 を介して無線信号として送信される。

【0067】

パケット振り分け送信制御部 24 に複数のデータパケットが同時に入力された場合には、これらのデータパケットは複数の無線チャネルにそれぞれ対応付けられた複数の送受信処理部 10 で同時に処理され、複数の無線チャネルで無線信号として同時に送信開始される。

2 つのデータパケットが同時にパケット振り分け送信制御部 24 に入力された場合には、例えば図 13 に示す時刻 t_1 で無線チャネル (1) と無線チャネル (2) とを用いて、データパケット (1) とデータパケット (2) とが同時に送信開始される。

【0068】

また、同時に送信されるデータパケット (1) とデータパケット (2) とはパケットサイズが同一であり、この例では複数の無線チャネルで複数のデータパケットを同時に送信する場合には、各無線チャネルの伝送速度が全て同一である場合を想定しているため、無線チャネル (1)、無線チャネル (2) とともにデータパケットの送信が終了する時刻 (t_2) は同時になる。

【0069】

一方、他の無線局が送信した無線信号が各送受信処理部 10 (1)、10 (2)、
・ ・ ・ の何れかに割り当てられた無線チャネルで送信された場合には、無線信号の電波は該当する送受信処理部 10 のアンテナ 13 で受信され、無線受信部 14 に入力される。

予め割り当てられた無線チャネルの無線信号がアンテナ 13 から入力されると、無線受信部 14 は、入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波及び AD 変換を含む受信処理を施す。

【0070】

なお、各送受信処理部10(1), 10(2), ...の無線受信部14は、それぞれ予め割り当てられた無線チャネルに対応する受信処理を行う。また、各送受信処理部10(1), 10(2), ...の無線受信部14には、それぞれに接続されたアンテナ13が送信のために使用されていない時には、他の無線局が送信したデータパケットの有無とは無関係に常にアンテナ13を介して割り当てられた無線チャネルを含む無線伝搬路上の無線信号が入力されており、無線受信部14はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行う。

【0071】

割り当てられた無線チャネルでデータパケットが送信されていた場合には、受信した無線信号に対応するベースバンド信号が無線受信部14から出力される。また、割り当てられた無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI信号が無線受信部14から出力される。

なお、RSSI信号は該当する無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に、接続されたアンテナ13が送信状態でなければ無線受信部14から常に出力される。

【0072】

無線受信部14から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器15及びキャリア検出部17にそれぞれ入力される。

キャリア検出部17は、RSSI信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較する。そして、所定の計算方法で算出される時間(T)の間に渡って連続的に受信電界強度が前記閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャネルが空き無線チャネルであると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャネルがビジーであると判定する。この判定結果を各キャリア検出部17はキャリア検出結果CS(1), CS(2), ...として出力する。

【0073】

なお、時間Tはその都度変化させても良いが、本例においては簡単のため一定値である場合を想定する。

なお、各送受信処理部 10 において、アンテナ 13 が送信状態である場合にはキャリア検出部 17 には RSSI 信号が入力されない。また、アンテナ 13 が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ 13 を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。

【0074】

従って、各キャリア検出部 17 は RSSI 信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。各無線チャネルのキャリア検出部 17 から出力されるキャリア検出結果 CS(1), CS(2), ... は送信チャネル選択制御部 23 に入力される。

また、各送受信処理部 10 の送信状態保持部 18 は、割り当てられた無線チャネルを用いて自局が送信処理を行っている状況であるか否かを表す情報を保持し、その情報を送信チャネル選択制御部 23 に対して出力する。

【0075】

パケット選択部 16 は、復調器 15 から入力されたパケットについて最初にその種別を識別する。すなわち、各パケットのヘッダには図 4 に示すようにパケット種別情報が含まれているので、この情報を参照して入力されたパケットがデータパケットか Ack パケット（送達確認パケット）かを識別する。

Ack パケットを受信した場合には、そのパケットに含まれている送信元無線局の ID を参照し、それが自局の ID と一致するか否かを確認する。Ack パケットの送信元無線局の ID が自局の ID と一致した場合には、該当するパケットを送信した際に使用した無線チャネルに対応付けられた送受信処理部 10 の送信状態保持部 18 に対して、Ack パケットを受信したことを示す信号を出力し、一致しない場合には受信したパケットを破棄する。

【0076】

送信状態保持部 18 は、パケット選択部 16 から Ack パケットを受信したことを示す信号が入力された場合には、対応する無線チャネルを使用して直前に送信したデータパケットの送信処理が完了したことを認識して各々の無線チャネルに対応する送信状況を更新して保持し、保持している無線チャネルの送信状況を送信チャネル選択制御部 23 に対して出力する。

【0077】

一方、パケット選択部16に入力されたパケットがデータパケットであった場合には、入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットには図4に示すようにヘッダとして宛先無線局のIDが含まれているので、そのIDが自局と一致するか否かを調べることで、各データパケットが自局宛か否かを識別できる。

【0078】

パケット選択部16に入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものであった場合には、パケット選択部16は当該パケットをAckパケット生成部19及びパケット順序管理部25に出力する。また、自局宛でないパケットを検出した場合には、パケット選択部16は当該パケットを破棄する。

Ackパケット生成部19は、パケット選択部16からデータパケットが入力されると、そのヘッダから送信元無線局のIDを抽出し、それを含む図4に示すようなAckパケットを生成する。

【0079】

Ackパケット生成部19が生成したAckパケットは、変調器11で変調され、データパケットを送信する場合と同様に、無線送信部12で処理されアンテナ13から無線信号として送出される。

パケット順序管理部25は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号(図4参照)を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部26に出力する。

【0080】

ヘッダ除去部26は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分、すなわちパケット種別情報、宛先無線局のID、送信元無線局のID及びシーケンス番号を含む制御情報を除去して元のデータフレームを抽出し、受信データフレーム系列として出力する。

図2に示す無線局が行う送信処理の概要について、図1を参照しながら説明する。

【0081】

ステップS10では、利用可能な全ての無線チャネルの中から全ての空き無線チャネルを検索する。実際には、各送受信処理部10のキャリア検出部17を用いてチャネル毎に無線チャネルの空き状況を検出する。検出した空き無線チャネルの総数をNとする。

【0082】

空き無線チャネルを1つ以上検出した場合にはステップS10から次のS11に進み、送信バッファ22上の管理情報を取得する。すなわち、送信バッファ22上に保持されている各々のデータパケットについてアドレス情報とパケットサイズとを対応付けたデータパケット格納情報を全てのデータパケットについて取得する。

【0083】

空き無線チャネル数Nが1つのみでかつ送信バッファ22上の送信待ちパケット数Kが1以上の場合には、ステップS12からS13を通過してS15に進む。

また、空き無線チャネル数Nが2以上の場合には、ステップS12からS14に進み送信待ちパケット数Kを識別する。(K=0)の場合にはステップS14からS10に戻り、(K=1)の場合にはステップS14からS15に進み、(K≥2)の場合にはステップS14からS16に進む。

【0084】

ステップS15では、1つの空き無線チャネルを用いて送信バッファ22上の先頭の1つのデータパケットを送信する。

ステップS16では、送信バッファ22上のデータパケットの中で、先頭のデータパケットと宛先及びパケットサイズが等しい全てのデータパケットの数Pを取得する。なお、データパケットの伝送が2つの無線局の間のみに限られるような場合には、宛先を管理する必要はない。

【0085】

次のステップS17ではデータパケット数Pと空き無線チャネル数Nとを比較する。そして(P≥N)であればステップS18に進み、(P<N)であればステップS19に進む。

ステップS18では、全ての空き無線チャネル（N個）を同時に使って、N個のデータパケットを同時に送信する。ステップS19では、送信待ち状態のデータパケット数Pと同数のP個の空き無線チャネルを同時に使って、全て（P個）の送信待ち状態のデータパケットを同時に送信する。

【0086】

ステップS15、S18又はS19でデータパケットの送信を開始した後、パケットの送信が完了するまでステップS30で待機してからステップS10に戻る。実際には、各送受信処理部10の送信状態保持部18が出力する情報を監視することにより、自局が送信終了していない無線チャネルが存在するか否かをステップS30で確認することができる。なお、ステップS30については省略しても良い。

【0087】

従って、例えば図13に示す時刻 $t_0 \sim t_1$ では、所定時間Tに渡って空き状態であることが検出された2つの無線チャネル（1）、（2）が同時に存在するので、これらの無線チャネル（1）、（2）を同時に使って互いに異なる2つのデータパケット（1）、（2）を並列送信することができる。

受信側の無線局は、チャネル毎に各々のデータパケットの受信に成功すると送達確認信号（Ackパケット）を返送する。

【0088】

例えば、図14の例では、時刻 t_6 でデータパケット（3）、データパケット（4）の2つが送信待ちであったとしても、利用可能な一方の無線チャネル（1）がチャネルビジーであるためデータパケット（3）だけしか送信することができない。

ここで図1のステップS30を実行する場合には、何れかの無線チャネルで送信中は新たな送信ができないので、図14の時刻 t_8 で無線チャネル（1）がチャネルビジーでなくなっても、データパケット（4）を直ちに送信することはできない。従って、データパケット（3）に対する送達確認信号であるAck（3）が現れて、全てのチャネルが送信中でない状態になった時刻 t_{11} で次のデータパケット（4）の送信が開始される。

【0089】

一方、図1のステップS30を省略する場合には、図16に示す時刻 t_7 で無線チャンネル(1)がチャンネルビジーでなくなってから、所定時間 T を経過した時点の時刻 t_8 で、無線チャンネル(2)が送信中であるが、同時に無線チャンネル(1)を用いてデータパケット(4)の送信を開始することになる。

【0090】

ところで、複数の無線チャンネル間で送信電力の漏洩が発生する場合には、隣接する他の無線チャンネルで自局が送信している時に受信すべき信号(例えばAckパケット)が届いても隣接チャンネルからの送信電力の漏れの影響により受信に失敗する可能性が高い。

しかし、同時に送信する複数のデータパケットは互いにパケットサイズが等しくしかも複数の無線チャンネルの伝送速度が等しいため、図13に示すように時刻 t_1 で送信を開始したデータパケット(1)及びデータパケット(2)は共に時刻 t_2 で送信を完了する。

【0091】

また、データパケットの送信完了時からAckを受信開始するまでの時間は、一般にデータパケットのパケット長によらず一定であるため、データパケット(1)に対する送達確認信号であるAck(1)を受信するタイミング($t_3 \sim t_4$)とデータパケット(2)に対する送達確認信号であるAck(2)を受信するタイミング($t_3 \sim t_4$)も同じになり、送信電力の漏れの影響を受けることなくAck(1)、Ack(2)を受信できる。

【0092】

なお、同時に送信する複数のデータパケットのパケットサイズが互いに等しくない場合には、パケットサイズの差に相当する分だけデータパケット(1)及びデータパケット(2)の送信が完了する時刻が異なることになるため、Ack(1)及びAck(2)を受信するタイミングにも、パケットサイズの差に相当する分だけ差が生じることになる。しかしながら、データパケット(1)及びデータパケット(2)のパケットサイズの差が十分に小さく、各々のデータパケットの送信完了時刻の差が、データパケットの送信完了時からAckの受信を開始す

るまでの時間よりも短ければ、送信電力の漏れの影響を受けることなく Ack (1), Ack (2) を受信できる。従って、例えばステップ S16 において、送信バッファ 22 上のデータパケットの中で先頭のデータパケットと宛先が等しく、かつパケットサイズの差が前述のように十分に小さい全てのデータパケットの数 P を取得しても良い。

【0093】

このように、空き無線チャネルが同時に複数存在する場合には、複数の空き無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを並列送信するので、単位時間で送信できるデータパケットの数を大幅に増やすことが可能になる。

一方、図 2 に示す無線局が無線信号の受信を行う場合には、各々のデータパケットに対して図 3 に示すような受信処理が実行される。なお、図 3 においては Ack パケットに対する処理の記載は省略されている。

【0094】

図 3 のステップ S121 では、全ての送受信処理部 10 で受信可能な複数（送受信処理部 10 の数と同数）の無線チャネルのそれぞれについて、データパケットの受信処理を実行する。パケットを受信した場合には、ステップ S122 でデータパケットに含まれている宛先無線局の ID を参照し、自局宛のパケットか否かを識別する。

【0095】

自局宛のデータパケットを受信した場合にはステップ S123 でそのデータパケットの処理を実行し、自局宛でないデータパケットを受信した場合にはステップ S124 でそのデータパケットを破棄する。

ステップ S122, S123 については、受信したデータパケットのそれぞれについて実行する。

【0096】

(第 2 の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置のもう 1 つの実施の形態について、図 5、図 6 及び図 12 を参照して説明する。

図 5 は送信処理 (2) を示すフローチャートである。図 6 は送信処理 (3) を

示すフローチャートである。図 12 は空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

【0097】

この形態では、図 2 に示す無線局と同様に、無線チャネル毎に独立した複数の送受信処理部 10 を備える無線局を 2 つ用いてこれらの無線局の間で無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。また、図示しないがこの形態では各送受信処理部 10 に、公知の空間分割多重技術（非特許文献 2 参照）を実現するための機能要素（例えば図 12 に示す要素）が付加されている。

【0098】

空間分割多重技術を採用することにより、各々の無線チャネルで同時に複数の独立した無線信号を伝送することができる。空間分割多重を行う通信装置の構成及び動作について、図 12 を参照しながら説明する。

なお、図 12 に示す通信装置においては、空間分割多重（SDM）と符号化 C OFDM（Coded OFDM）とを組み合わせた構成になっている。

【0099】

図 12 に示す送信局 50 は、畳み込み符号化部 51、マッピング処理部 52、SDM-C OFDM 用プリアンプル作成部 53、IFFT 処理部 54、無線送信部 55 及びアンテナ 56 を備えている。また、畳み込み符号化部 51、マッピング処理部 52、IFFT 処理部 54、無線送信部 55 及びアンテナ 56 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

【0100】

また、図 12 に示す受信局 60 は、アンテナ 61、無線受信部 62、FFT 処理部 63、伝達係数推定部 64、混信補償処理部 65、重み係数推定部 66、乗算部 67、デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 を備えている。また、アンテナ 61、無線受信部 62、FFT 処理部 63、乗算部 67、デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

【0101】

例えば図 12 において、送信側のアンテナ 56 (1) から送信される無線信号は

、受信側の2つのアンテナ61(1)、61(2)でそれぞれ受信される。また、送信側のアンテナ56(2)から送信される無線信号は、受信側の2つのアンテナ61(1)、61(2)でそれぞれ受信される。

【0102】

送信側のアンテナ56(1)から出力される無線信号とアンテナ56(2)から出力される無線信号とは、互いに周波数などが同一の無線チャネルで送信される。

従って、受信側のアンテナ61(1)は同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ56(1)から送信された無線信号とアンテナ56(2)から送信された無線信号とを同時に受信する。また、受信側のアンテナ61(2)も同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ56(1)から送信された無線信号とアンテナ56(2)から送信された無線信号とを同時に受信する。

【0103】

一般的な通信においては、同一の無線チャネルで複数の無線信号が同時に送信されるとそれらが互いに混信を発生することになり、いずれの無線信号も正しく受信することができない。

ところが、図12に示すように送信側の複数のアンテナ56(1)、56(2)の間隔が十分に大きく、受信側の複数のアンテナ61(1)、61(2)の間隔も十分に大きい場合には、アンテナ56(1)から送信されてアンテナ61(1)で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ56(2)から送信されてアンテナ61(1)で受信される無線信号の伝搬経路との間、並びにアンテナ56(1)から送信されてアンテナ61(2)で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ56(2)から送信されてアンテナ61(2)で受信される無線信号の伝搬経路との間には十分に大きな経路差が生じる。

【0104】

従って、送信側のアンテナ56(1)から送信されて受信側の各アンテナ61(1)、61(2)に届く無線信号に関する伝達係数と、送信側のアンテナ56(2)から送信されて受信側の各アンテナ61(1)、61(2)に届く無線信号に関する伝達係数との間には大きな違いが生じる。

そこで、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線信号を、それらの間

の伝達係数の違いに対応する受信側のデジタル信号処理によって互いに分離することが可能になる。このため、例えば図12に示すように送信側に2つのアンテナ56(1)、56(2)を設ける場合には、1つの無線チャネルに2つの独立した無線信号を多重化して送信することが可能になる。

【0105】

図12に示す例では、送信局50に設けられた2つの畳み込み符号化部51(1)、51(2)のそれぞれの入力に、1つの無線チャネルで多重化して送信する複数のデータパケットCH(1)、CH(2)が入力される。各畳み込み符号化部51は、入力されるデータパケットに対して畳み込み符号化を行う。

図12に示す通信装置においては、データパケットとしてパケット単位で無線信号を伝送する。各々のデータパケットには、SDM-COFDM用プリアンブル作成部53の作成したSDM-COFDM用プリアンブルがマッピング処理部52で付加される。このプリアンブルは、受信側で伝達係数の推定に利用される。

【0106】

また、マッピング処理部52は変調方式に応じて複数のサブキャリアに対する信号のマッピングを行う。マッピング処理部52から出力された信号は、IFFT処理部54で逆フーリエ変換処理を施され、周波数領域から時間領域の信号に変換された後、無線送信部55で変調されOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重)の無線信号として何れかのアンテナ56から送信される。

【0107】

無線送信部55(1)が生成する無線信号と無線送信部55(2)が生成する無線信号とは同一の無線チャネルに割り当てられる。従って、データパケットCH(1)から生成されアンテナ56(1)から送信される無線信号とデータパケットCH(2)から生成されアンテナ56(2)から送信される無線信号とは同時に同じ無線チャネルに送出される。

【0108】

受信局60のアンテナ61(1)は送信側のアンテナ56(1)から送信された無線

信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とをそれらが互いに干渉している状態で同時に同じ無線チャネルで受信する。また、アンテナ 61 (2) も送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に同じ無線チャネルで受信する。

【0109】

アンテナ 61 (1) 及び無線受信部 62 (1) が受信する無線チャネルとアンテナ 61 (2) 及び無線受信部 62 (2) が受信する無線チャネルとは同一のチャネルであり、アンテナ 56 (1)、56 (2) から送信される無線信号のチャネルと同一である。

各々のアンテナ 61 (1)、61 (2) で受信された無線信号は、それぞれ無線受信部 62 (1)、62 (2) でベースバンド信号に変換され、サブキャリア毎に復調された後、FFT処理部 63 (1)、63 (2) でフーリエ変換処理され、時間領域から周波数領域の信号に変換される。すなわち、サブキャリア毎に分離された信号が各FFT処理部 63 の出力に得られる。

【0110】

一方、伝達係数推定部 64 は受信したデータパケットに含まれている伝達係数推定用プリアンプルを用いて、アンテナ 56 (1)－アンテナ 61 (1) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (2)－アンテナ 61 (1) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (1)－アンテナ 61 (2) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (2)－アンテナ 61 (2) 間の伝達係数とを求め、それらを含む伝達係数行列の逆行列を求める。

【0111】

混信補償処理部 65 は、伝達係数推定部 64 の求めた逆行列を用いて、各FFT処理部 63 の出力に得られる受信サブキャリア信号から、アンテナ 56 (1) で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号と、アンテナ 56 (2) で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号とを互いに分離して求める。

図 12 の通信装置においては、混信補償処理部 65 における干渉補償により受信サブキャリア信号の信号振幅は一定になるので、軟判定ビタビ復号への尤度情報が一定になる。従って、軟判定ビタビ復号の誤り訂正効果を十分に利用しているとはいえない。

【0112】

そこで、尤度情報を得るため、重み係数推定部 66 は多重された各信号の SNR に基づく振幅重み係数を伝達係数推定部 64 の推定した前記逆行列から推定する。

各乗算部 67(1), 67(2) は、混信補償処理部 65 で干渉補償された各受信サブキャリア信号に、重み係数推定部 66 が求めた振幅重み係数を乗算する。

【0113】

また、多重化された各無線信号から生成された各受信サブキャリア信号は、同期検波された後、変調方式に応じてデマッピング処理部 68 でマッピングの逆の処理を受け、復調出力としてビタビ復号器 69 に入力される。

ビタビ復号器 69 は、軟判定ビタビ復号処理を行って受信信号の誤り訂正を行う。なお、図 12 に示す通信装置の具体的な動作原理については、非特許文献 2 に開示されている。

【0114】

この形態では、本発明の実施に用いる各無線局が、同時に利用可能な複数の無線チャネルのそれぞれについて、図 12 に示すような送信局 50 の各構成要素及び受信局 60 の各構成要素を備えていることを想定している。

このため、例えば各無線局が 3 つの送受信処理部 10 を備えている場合に、1 つの無線チャネルあたり 2 つの無線信号を空間分割多重することを想定すると、 (3×2) 個の無線信号を同時に伝送することが可能になる。

【0115】

この形態の各無線局は、送信処理として図 5 に示すような動作を行う。図 5 に示す動作について以下に説明する。なお、受信処理については第 1 の実施の形態と同様である。

図 5 のステップ S10 では、図 1 と同様に各送受信処理部 10 のキャリア検出部 17 を用いて空き無線チャネルを検索する。検出した空き無線チャネルの総数を N とする。空き無線チャネルを 1 つ以上検出した場合にはステップ S11 で送信バッファ 22 上の管理情報を取得する。そして、送信バッファ 22 上の送信待ちパケット数 K が 1 以上の場合には、ステップ S21 を通って S22 に進む。

【0116】

ステップS22では、送信バッファ22上のデータパケットの中で、先頭のデータパケットと宛先及びパケットサイズが等しい全てのデータパケットの数Pを取得する。なお、データパケットの伝送が2つの無線局の間のみに限られるような場合には、宛先を管理する必要はない。

【0117】

次のステップS23ではデータパケット数Pと空き無線チャネル数Nとを比較する。そして($P > N$)であればステップS25に進み、($P \leq N$)であればステップS24に進む。

ステップS24では、送信待ち状態のデータパケット数Pと同数のP個の空き無線チャネルを同時に使って、全て(P個)の送信待ち状態のデータパケット(宛先及びパケットサイズが全て同一)を同時に送信する。この場合には空間分割多重は用いない。

【0118】

ここでは、空間分割多重併用モードで1無線チャネルあたりL個(定数)までの無線信号を多重化できることを想定している。

ステップS25では、送信待ち状態のデータパケット数PとN個の全ての空き無線チャネルで同時に送信可能な無線信号の数($N \cdot L$)とを比較する。そして($P > (N \cdot L)$)であればステップS27に進み、($P \leq (N \cdot L)$)であればステップS26に進む。

【0119】

ステップS27では、全ての空き無線チャネル(N個)を同時に使い、チャネルあたりL個の無線信号を多重化し、($N \cdot L$)個のデータパケット(宛先及びパケットサイズが全て同一)を同時に送信する。

ステップS26では、全ての空き無線チャネル(N個)を同時に使い、空間分割多重を併用してP個のデータパケット(宛先及びパケットサイズが全て同一)を同時に送信する。チャネルあたりの空間分割多重数については、 $\text{floor}(P/N)$ 以上かつ $\text{ceil}(P/N)$ 以下の必要最小限の数とする。

【0120】

なお、 $\text{floor}(x)$ はx以下の最大の整数(切り下げ)を表し、 $\text{ceil}(x)$ はx以

上の最小の整数（切り上げ）を表す。

ステップS24, S26又はS27でデータパケットの送信を開始した後、パケットの送信が完了するまでステップS30で待機してからステップS10に戻る。なお、ステップS30の処理を省略しても良い。

【0121】

なお、各無線局の受信処理については図3と同様であるが、空間分割多重された無線信号を受信する場合には、1つの無線チャネルあたり複数のデータパケットを同時に受信処理することになる。

図5に示す送信処理の代わりに図6に示す送信処理を実行しても良い。図6においては、ステップS26Bのみが図5と異なっている。

【0122】

ステップS26Bにおいては、 $\text{ceil}(P/L)$ 個の空き無線チャネルを同時に使い、各チャネルで空間分割多重を併用してP個のデータパケット（宛先及びパケットサイズが全て同一）を同時に送信する。 $\text{ceil}(P/L) \geq 2$ の場合には、少なくとも $\text{ceil}(P/L) - 1$ 個の無線チャネルにおいて、チャネルあたりL個の無線信号を空間分割多重することになる。

【0123】

（第3の実施の形態）

本発明のもう1つの実施の形態について、図7、図8及び図15を参照して説明する。この形態は請求項4に相当する。

図7は送信処理（4-1）を示すフローチャートである。図8は送信処理（4-2）を示すフローチャートである。図15は各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【0124】

この形態は第1の実施の形態の変形例である。各無線局の構成及び受信処理については第1の実施の形態と同様であり、送信処理の内容が図7及び図8に示すように変更されている。第1の実施の形態と同一の部分については以下の説明を省略する。

図7のステップS31では、ステップS10で検出された空き無線チャネル数

Nと利用可能な全チャネル数M（無線局に備わった送受信処理部10の数と同数）とを比較する。

【0125】

全チャネルが空き状態でしかも送信待ちパケット数Kが1以上の場合には、ステップS31、S32を通して図8のS45に進む。また、空き無線チャネル数NがM以下でしかも送信待ちパケット数Kが1以上の場合には、ステップS31、S33を通してS34に進む。

ステップS45では、送信バッファ22上のデータパケットの中で、先頭のデータパケットと宛先及びパケットサイズが等しい全てのデータパケットの数Pを取得する。そして、 $(P > M)$ であればステップS47に進み、 $(1 \leq P \leq M)$ であればステップS48に進む。

【0126】

ステップS47ではM個の空き無線チャネルを同時に使ってM個のデータパケットを同時に送信する。ステップS48では、P個の空き無線チャネルを同時に使ってP個のデータパケットを同時に送信する。

一方、ステップS34では送信バッファ22上のデータパケットの中で、先頭のデータパケットと宛先及びパケットサイズが等しい全てのデータパケットの数Pを取得する。そして、 $(P > N)$ であればステップS37に進み、 $(P \leq N)$ であればステップS36に進む。

【0127】

ステップS36では、P個の空き無線チャネルを同時に使ってP個のデータパケットを同時に送信する。

ステップS37では監視時間を把握するために内部のタイマを起動する。監視時間の長さについては、予め定めた時間に固定しても良いし、何らかのパラメータに基づいてステップS37を実行する度に決定しても良い。次のステップS38ではP、Mを比較する。 $(P \geq M)$ なら図8のステップS49に進み、 $(P < M)$ ならステップS39に進む。

【0128】

ステップS39では、ステップS10と同様の空き無線チャネルの検索を再実

行して空き無線チャネル数 N を取得する。そして N , P を比較し、($N < P$)であればステップS42に進み、($N \geq P$)であればステップS43に進む。

ステップS42では、ステップS37で起動したタイマがタイムアウトになったか否かを識別する。タイムアウトになるまではステップS42からS38に戻り、タイムアウトになるとステップS44に進む。

【0129】

ステップS43では P 個の空き無線チャネルを同時に使って P 個のデータパケットを同時に送信する。ステップS44では、 N 個の空き無線チャネルを同時に使って N 個のデータパケットを同時に送信する。

同様に、図8のステップS49ではステップS10と同様の空き無線チャネルの検索を再実行して空き無線チャネル数 N を取得する。そしてチャネル数 N を調べる。($N = M$)であればステップS52に進み、($N < M$)であればステップS53に進む。

【0130】

ステップS53では、ステップS37で起動したタイマがタイムアウトになったか否かを識別する。タイムアウトになるまではステップS53からS38に戻り、タイムアウトになるとステップS54に進む。

ステップS52では M 個の空き無線チャネルを同時に使って M 個のデータパケットを同時に送信する。ステップS54では、 N 個の空き無線チャネルを同時に使って N 個のデータパケットを同時に送信する。

【0131】

すなわち、送信すべきデータパケット数 P に比べて検出された空き無線チャネル数 N が不足する場合には、ステップS42, S53でタイムアウトになるまでは待機状態になり次のデータパケットの送信を遅らせる。

従って、例えば図15において、時刻 t_6 でデータパケット(3), データパケット(4)の2つが送信待ちであったとしても、利用可能な一方の無線チャネル(1)がチャネルビジーであり、($N = 1$, $P = 2$, $N < P$)であるため、無線チャネル(2)は空いているが次のデータパケットの送信は待機状態になる。

【0132】

そして、時刻 t_7 で無線チャネル (1) が空き状態になってから所定時間 T を経過した時刻 t_8 までにタイムアウトしなければ、時刻 t_8 で ($N=2$, $P=2$, $N=P$) になり、データパケット (3) とデータパケット (4) とを同時に送信開始する。

【0133】

(第4の実施の形態)

本発明のもう1つの実施の形態について、図9～図11を参照して説明する。

図9は送信処理(5-1)を示すフローチャートである。図10は送信処理(5-2)を示すフローチャートである。図11は送信処理(5-3)を示すフローチャートである。前述の処理と対応するステップには同一の番号を付けて示してある。

【0134】

この形態は、第2の実施の形態及び第3の実施の形態の変形例であり、第3の実施の形態において前述の空間分割多重を併用する場合を想定している。

各無線局の構成及び受信処理については第2の実施の形態と同様であり、送信処理の内容が図9～図11に示すように変更されている。第2の実施の形態及び第3の実施の形態と同一の部分については以下の説明を省略する。

【0135】

図9のステップS35Bにおいては、送信すべきデータパケット数 P と、 $N \cdot L$ とを比較する。 $(P > N \cdot L)$ であればステップS37に進み、 $(P \leq N \cdot L)$ であれば図11のステップS65に進む。

図11のステップS65では、前述のデータパケット数 P を取得し、次のステップS66で N , P を比較する。 $(N < P)$ であればステップS67に進み、 $(N \geq P)$ であればステップS68に進む。

【0136】

ステップS67では N 個の空き無線チャネルを同時に使って空間分割多重を併用し、 P 個のデータパケットを同時に送信する。ステップS68では、 P 個の空き無線チャネルを同時に使って P 個のデータパケットを同時に送信する。

図9のステップS35Bで $(P > N \cdot L)$ の場合には、ステップS37で内部

のタイマを起動し、次のステップS38Bで P 、 $M \cdot L$ を比較する。 $(P \geq M \cdot L)$ であればステップS38Bから図10のステップS49に進み、 $(P < M \cdot L)$ であればステップS39に進む。

【0137】

図10のステップS49では空き無線チャネルの検索を再実行し、次のステップS51で空き無線チャネル数 N を調べる。 $(N=M)$ の場合にはステップS52Bに進み、 $(N < M)$ の場合にはステップS53を通してステップS38Bに戻る。また、タイムアウトの場合にはステップS53からS54Bに進む。

ステップS52Bでは、 M 個の空き無線チャネルを同時に使い、チャネルあたり L 個のパケットを空間分割多重し、 $M \cdot L$ 個のデータパケットを同時に送信する。ステップS54Bでは、 N 個の空き無線チャネルを同時に使って空間分割多重を併用し、 $N \cdot L$ 個のデータパケットを同時に送信する。

【0138】

図9のステップS41Bでは、空き無線チャネル数 N と P 個のパケットの送信に必要なチャネル数 J とを比較する。なお、 J は $(J \cdot L \geq P)$ を満たす最小の整数とする。 $(N < J)$ の場合にはステップS42を通してステップS38Bに戻り、タイムアウトの場合にはステップS42からS44Bに進む。また、 $(N \geq J)$ の場合にはステップS43Bに進む。

【0139】

ステップS44Bでは、 N 個の空き無線チャネルを同時に使って空間分割多重を併用し、 $N \cdot L$ 個のデータパケットを同時に送信する。ステップS43Bでは、 J 個の空き無線チャネルを同時に使い、空間分割多重を併用し、 P 個のデータパケットを同時に送信する。

(第5の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置のもう1つの実施の形態について、図19及び図20を参照して説明する。この形態は、請求項13～請求項15、請求項17及び請求項18に相当する。

【0140】

図19は送信処理(6)を示すフローチャートである。図20は送信処理(7

)を示すフローチャートである。

この形態は、第2の実施の形態の変形例であり、各無線局における送信処理が図19に示すように変更されている。各無線局の構成並びに受信処理については第2の実施の形態と同様である。

【0141】

図19のステップS214の後の処理PR1においては、無線チャネルの空き状況、送信バッファ22内のデータパケット数、要求品質及びスループットを含む予め定めた条件に基づいて、ステップS266、S267、S268のうちの何れの送信処理を行うか識別する。なお、図19では要求品質及びスループットの条件については記載が省略されている。

【0142】

また、図19の例ではステップS260で送信バッファ上の先頭パケットと宛先及びパケット長が同じデータパケットの数Pを取得し、Pの値に基づいて条件を識別する。

すなわち、送信すべきデータパケット数Pが1の場合にはステップS266に進む。また、送信すべきデータパケット数Pが2以上ならステップS262で空きチャネル数Nを調べ、 $(N=1)$ ならステップS268に進み、 $(N>1)$ ならステップS263に進む。

【0143】

ステップS263では、データパケット数Pと (N, L) とを比較する。 $(P>N)$ かつ $(P>L)$ であればステップS264に進み、 $(P\leq N)$ あるいは $(P\leq L)$ であればステップS265に進む。

ステップS264ではNとLとを比較し、 $(N\geq L)$ であればステップS267に進み、 $(N<L)$ であればステップS268に進む。また、ステップS265ではNとPとを比較し、 $(N\geq P)$ であればステップS267に進み、 $(N<P)$ であればステップS268に進む。

【0144】

ステップS266では1つの空き無線チャネルを使って、1個のデータパケットを単独で送信する。ステップS267では、複数個の空き無線チャネルを同時

に使用し、同じ数の複数のデータパケットを同時に送信する。ステップ S 2 6 8 では、1つの空き無線チャネルを使って、空間分割多重を併用し複数のデータパケットを同時に送信する。

【0145】

この形態では、予め次の条件 1 及び条件 2 が同時に与えられ、かつ条件 2 よりも条件 1 を優先する場合を想定している。

条件 1：空間分割多重と複数チャネル併用のうち、同時送信可能なデータパケット数が多いものを優先的に利用する。

条件 2：空間分割多重よりも複数チャネル併用を優先的に利用する。

【0146】

つまり、図 19 の送信処理においては、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第 1 のモード (S 2 6 6) と、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第 2 のモード (S 2 6 8) と、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第 3 のモード (S 2 6 7) との何れかを、検出した空きチャネル数や送信待ち状態のデータパケット数に基づいて選択する。

【0147】

図 19 の変形例が図 20 に示されている。なお、図 20 において図 19 と対応するステップには同じ番号を付けて示してある。

図 20 にはステップ S 2 6 9 が追加されており、ステップ S 2 6 3 の条件を満たす場合にはステップ S 2 6 9 を実行する。ステップ S 2 6 9 では、必要に応じて空間分割多重を併用し、複数の空き無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを同時に送信する。

【0148】

つまり、図 20 の送信処理においては、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第 1 のモード (S 2 6 6) と、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第 2 のモード (S 2 6 8) と、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第 3 のモード (S 2 6 7) と、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用する第 4 のモード (S 2 6 9) との何

れかを、検出した空きチャネル数や送信待ち状態のデータパケット数に基づいて選択する。

【0149】

なお、一般にパケットサイズはパケットを構成しているデータ量（バイト数など）を表し、パケット長は当該パケットの伝送にかかる所要時間を表す。従って、伝送速度が同じ複数の無線チャネルを用いる場合には、同時に送信する複数のパケットのパケットサイズを統一することとパケット長を統一することとは結果的に同じことを意味する。但し、同時に使用する複数の無線チャネルの伝送速度が異なる場合には、同時に送信する複数のパケットのパケット長を統一するためには、伝送速度の比に応じて互いにパケットサイズが異なる複数のパケットを選択する必要がある。

【0150】

【発明の効果】

本発明によれば、複数の無線チャネルを同時に使い、データパケットを並列に送信した場合であっても、隣接チャネルからの漏洩電力の影響によって送達確認パケットが受信不可能になるような問題が生じない。従って、複数の無線チャネルを介して複数のデータパケットを同時に送受信することが可能であり、スループットが改善される。

【0151】

また、各データパケットの宛先を識別して宛先が同じ複数のデータパケットを同時に送信する場合には、3以上の無線局の間でデータパケットの伝送を行う場合であってもスループットの改善が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

送信処理（1）を示すフローチャートである。

【図2】

第1の実施の形態の無線局の構成を示すブロック図である。

【図3】

受信処理を示すフローチャートである。

【図 4】

パケットの構成を示す模式図である。

【図 5】

送信処理 (2) を示すフローチャートである。

【図 6】

送信処理 (3) を示すフローチャートである。

【図 7】

送信処理 (4-1) を示すフローチャートである。

【図 8】

送信処理 (4-2) を示すフローチャートである。

【図 9】

送信処理 (5-1) を示すフローチャートである。

【図 10】

送信処理 (5-2) を示すフローチャートである。

【図 11】

送信処理 (5-3) を示すフローチャートである。

【図 12】

空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

【図 13】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 14】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 15】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 16】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 17】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 18】

従来例の無線局の構成を示すブロック図である。

【図 19】

送信処理 (6) を示すフローチャートである。

【図 20】

送信処理 (7) を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 10 送受信処理部
- 11 変調器
- 12 無線送信部
- 13 アンテナ
- 14 無線受信部
- 15 復調器
- 16 パケット選択部
- 17 キャリア検出部
- 18 送信状態保持部
- 19 Ackパケット生成部
- 21 ヘッダ付加部
- 22 送信バッファ
- 23 送信チャネル選択制御部
- 24 パケット振り分け送信制御部
- 25 パケット順序管理部
- 26 ヘッダ除去部
- 27 データパケット管理部
- 50 送信局
- 51 畳み込み符号化部
- 52 マッピング処理部
- 53 SDM-COFDM用プリアンブル作成部
- 54 IFFT処理部
- 55 無線送信部

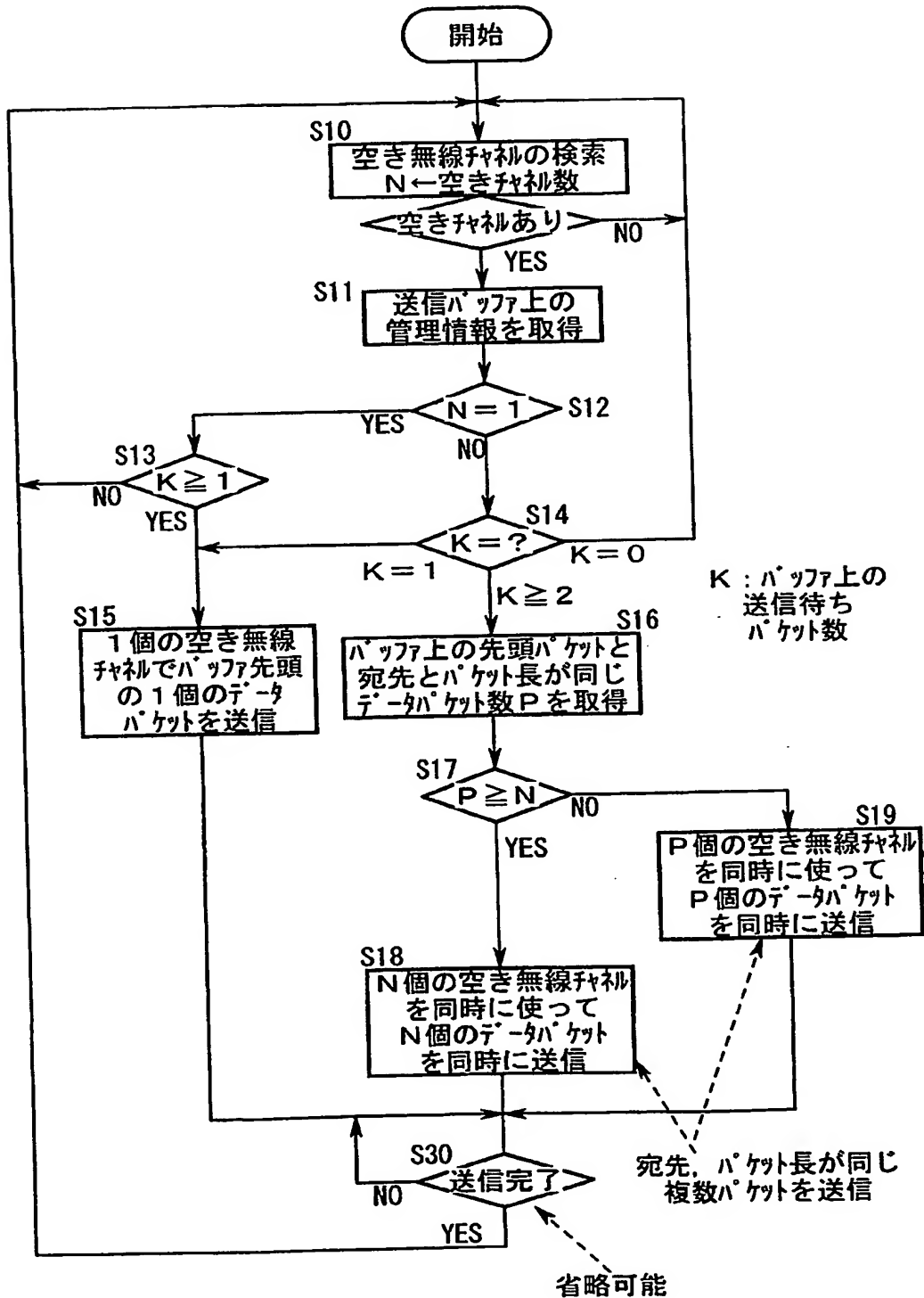
- 5 6 アンテナ
- 6 0 受信局
- 6 1 アンテナ
- 6 2 無線受信部
- 6 3 F F T 処理部
- 6 4 伝達係数推定部
- 6 5 混信補償処理部
- 6 6 重み係数推定部
- 6 7 乗算部
- 6 8 デマッピング処理部
- 6 9 ビタビ復号器

【書類名】

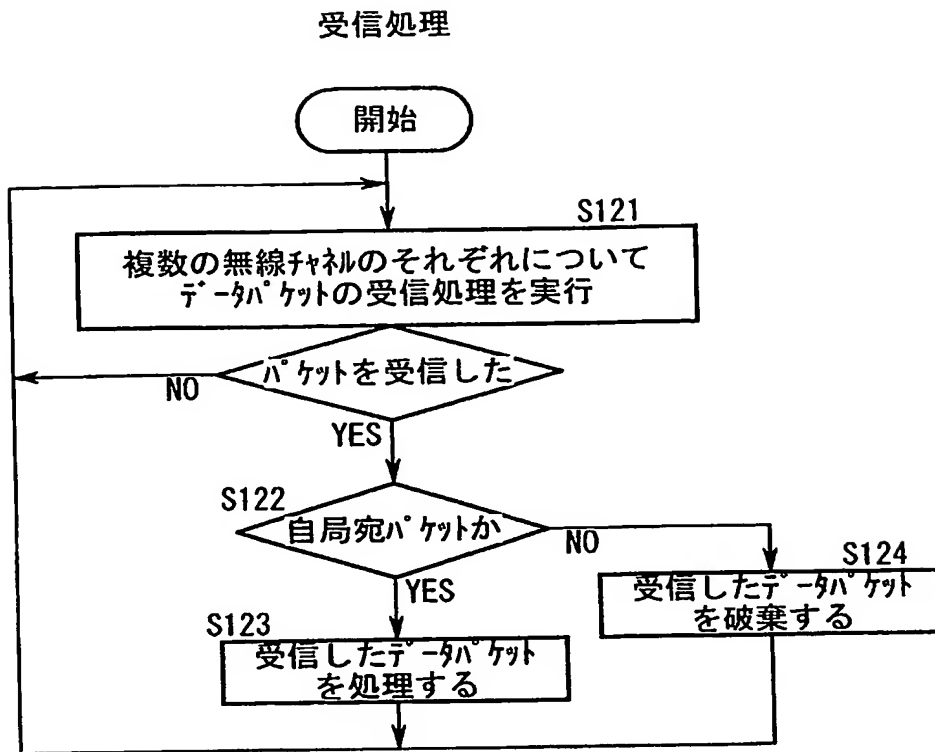
図面

【図 1】

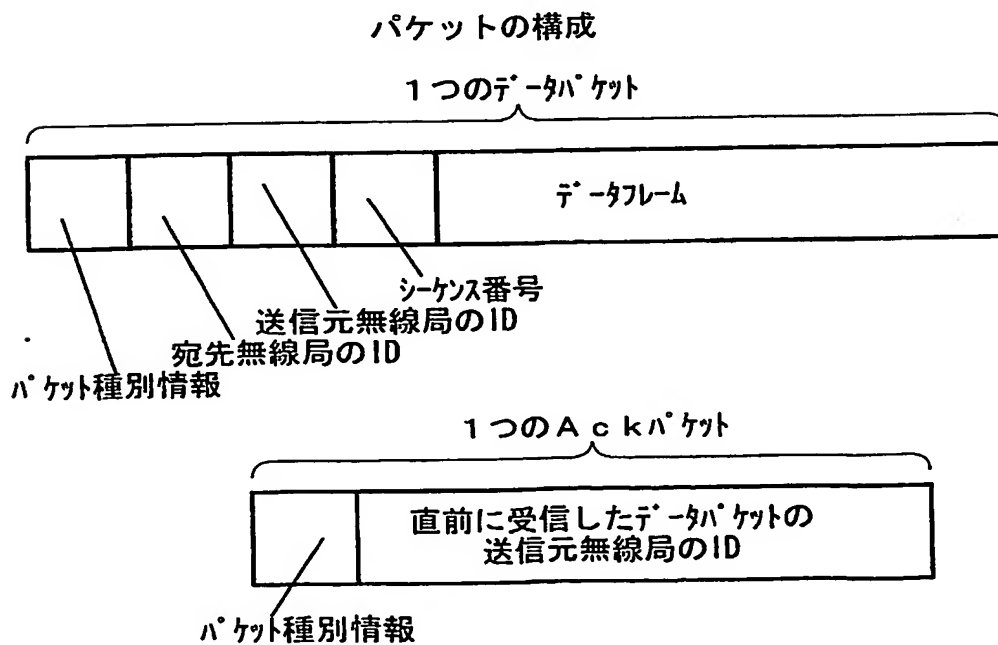
送信処理 (1)



【図 3】

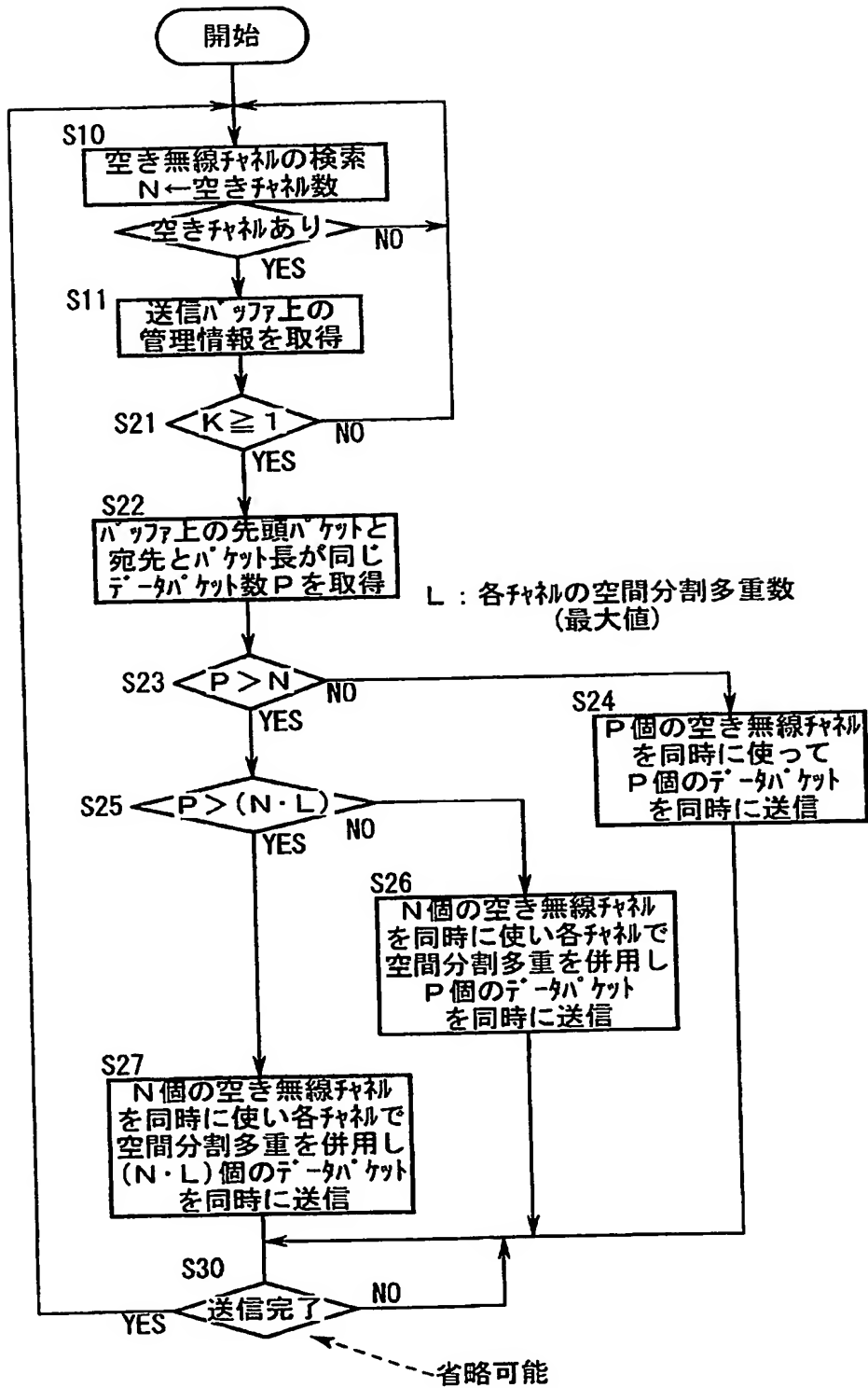


【図 4】



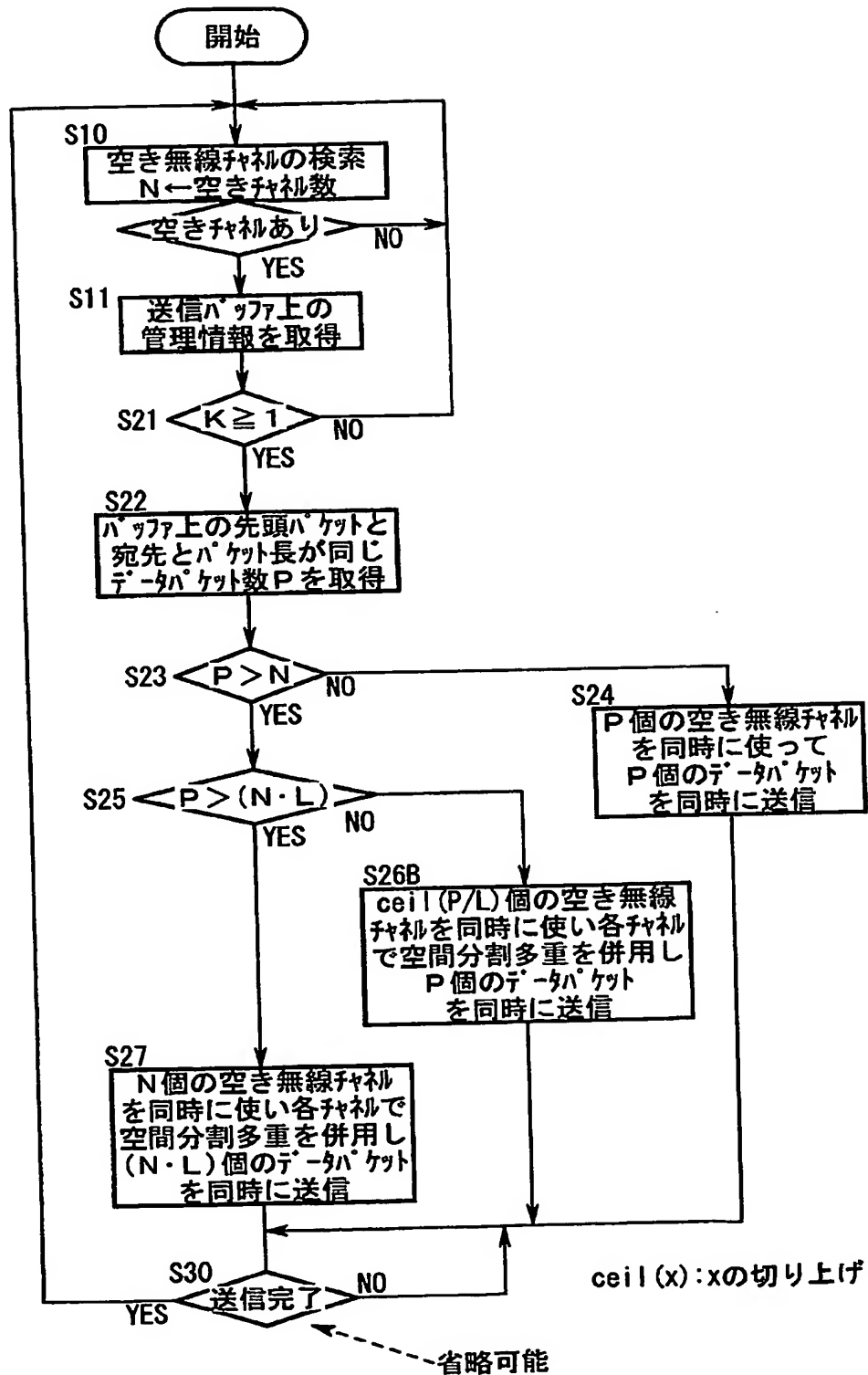
【図 5】

送信処理 (2)

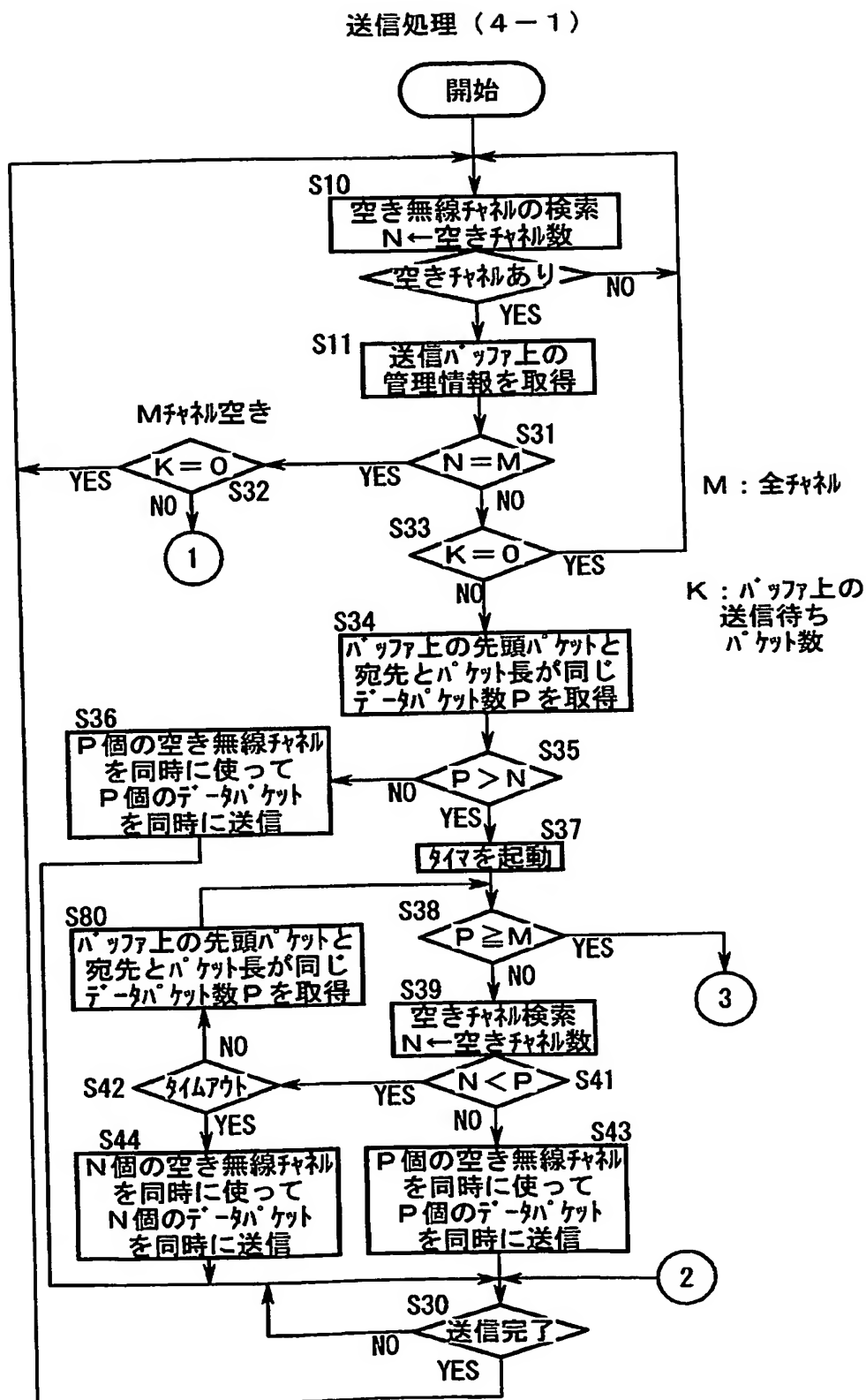


【図 6】

送信処理 (3)

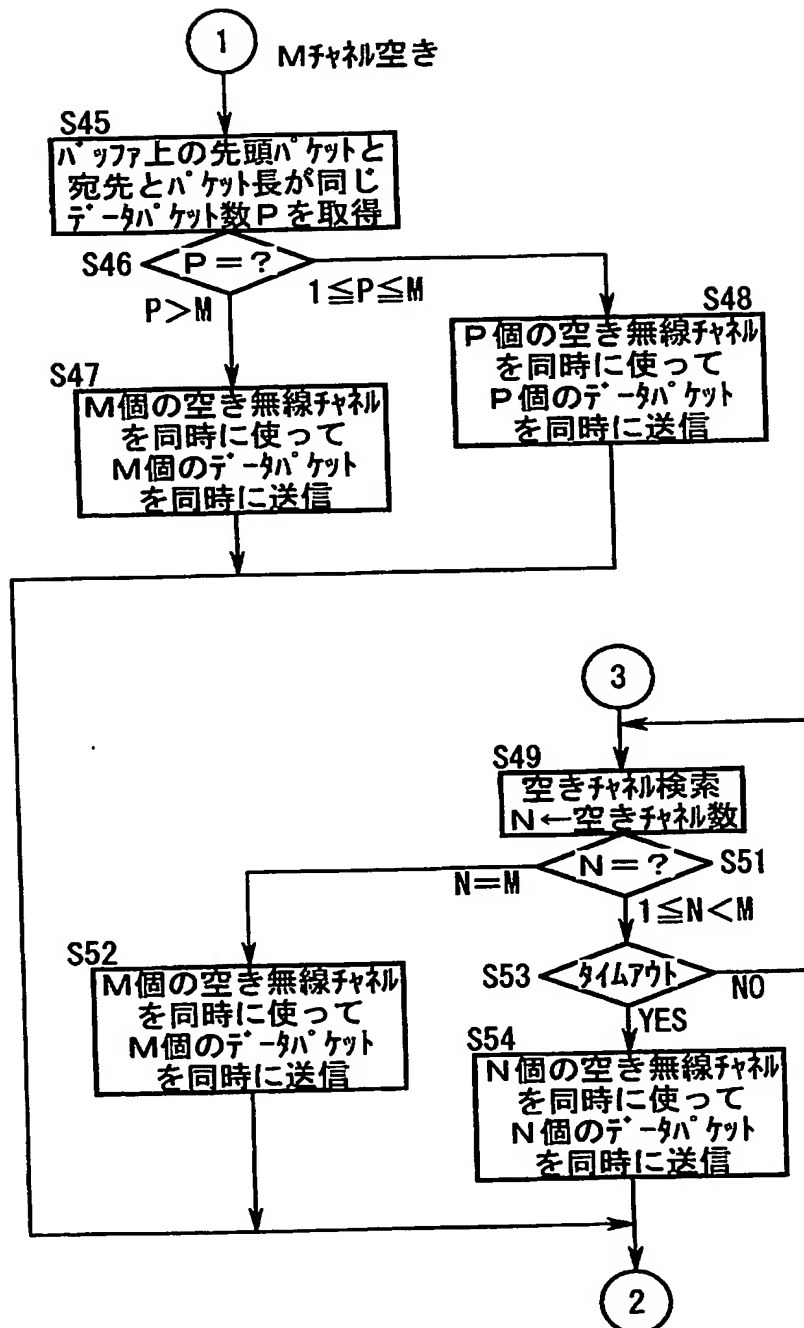


【図 7】

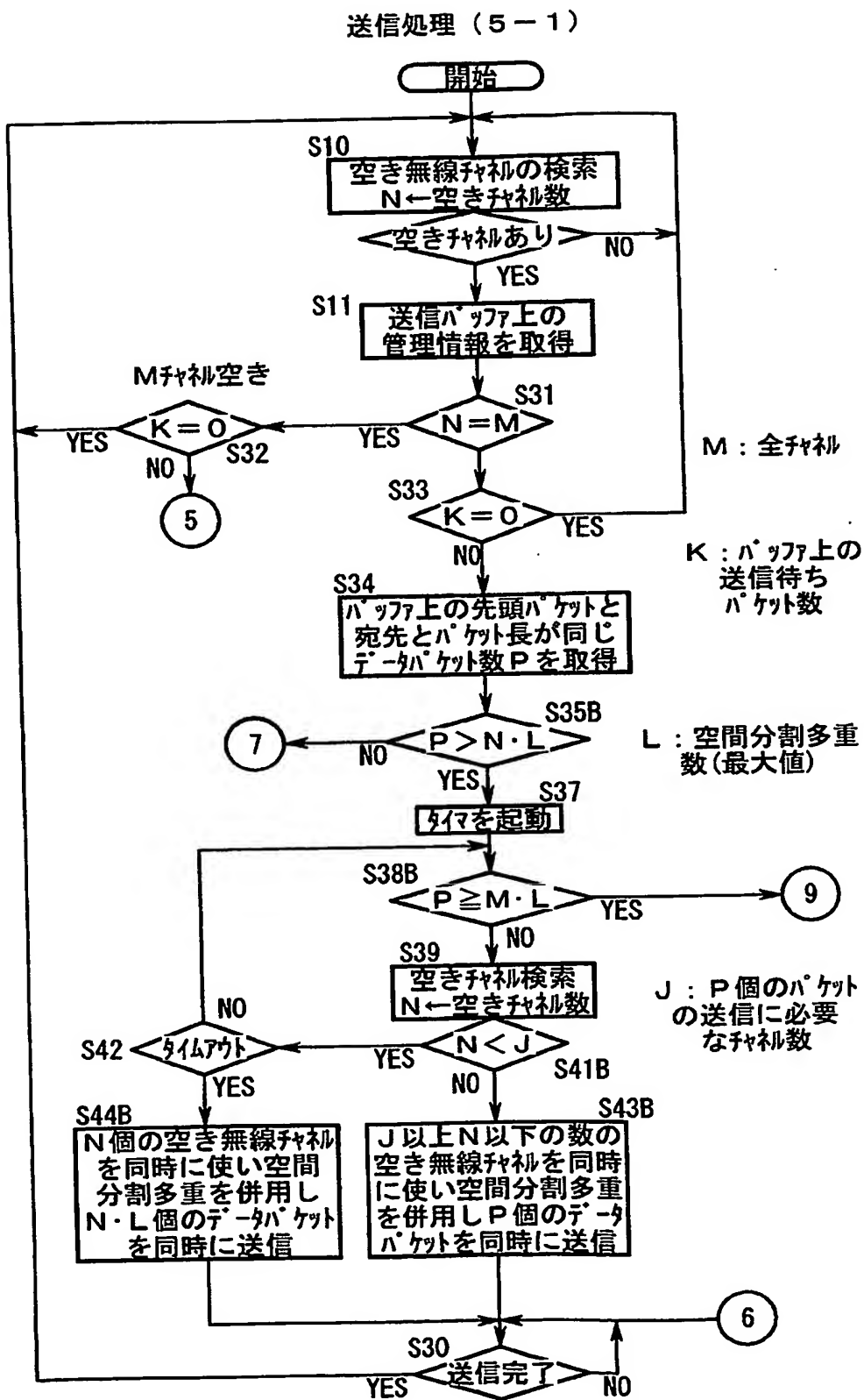


【図 8】

送信処理 (4-2)

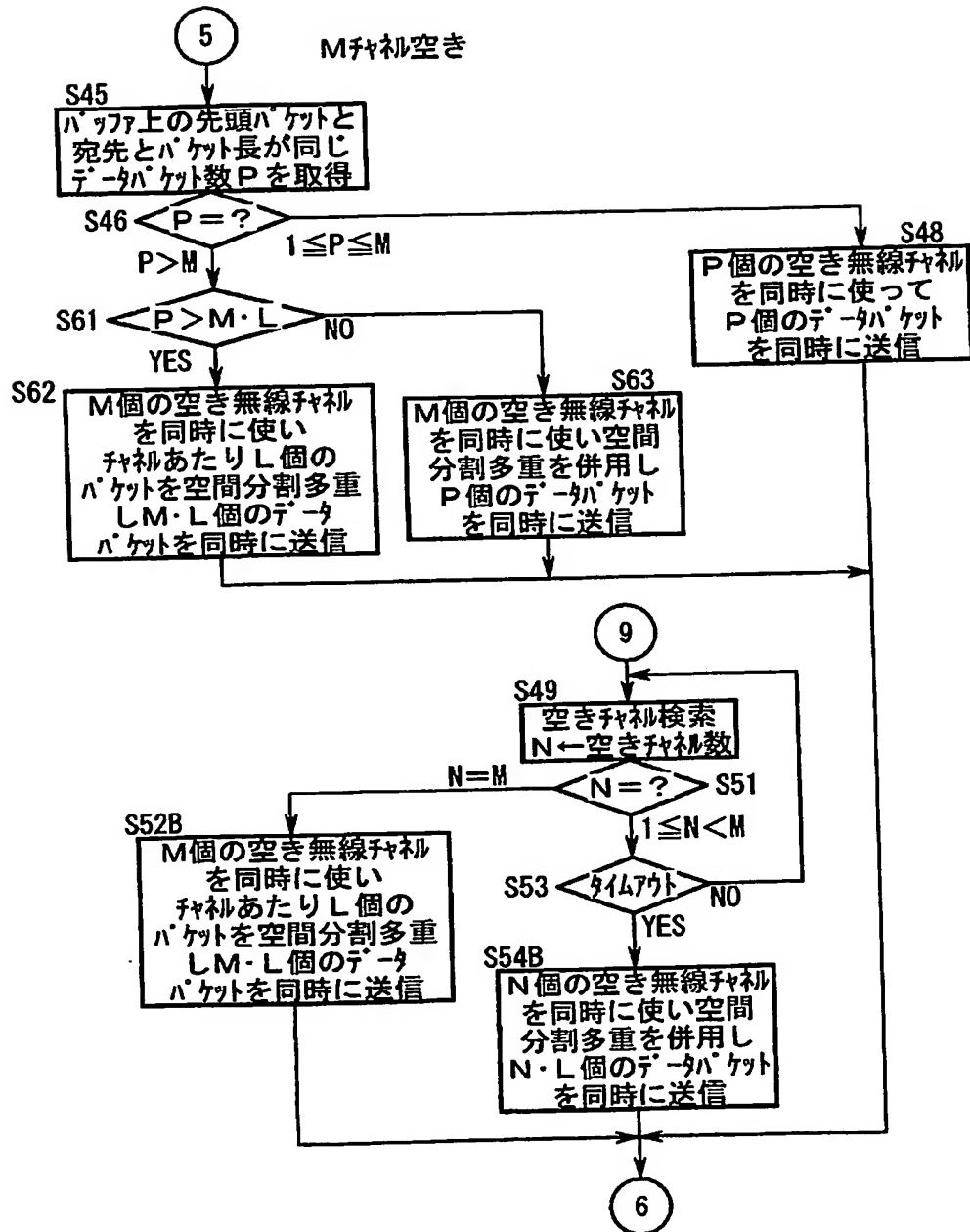


【图 9】



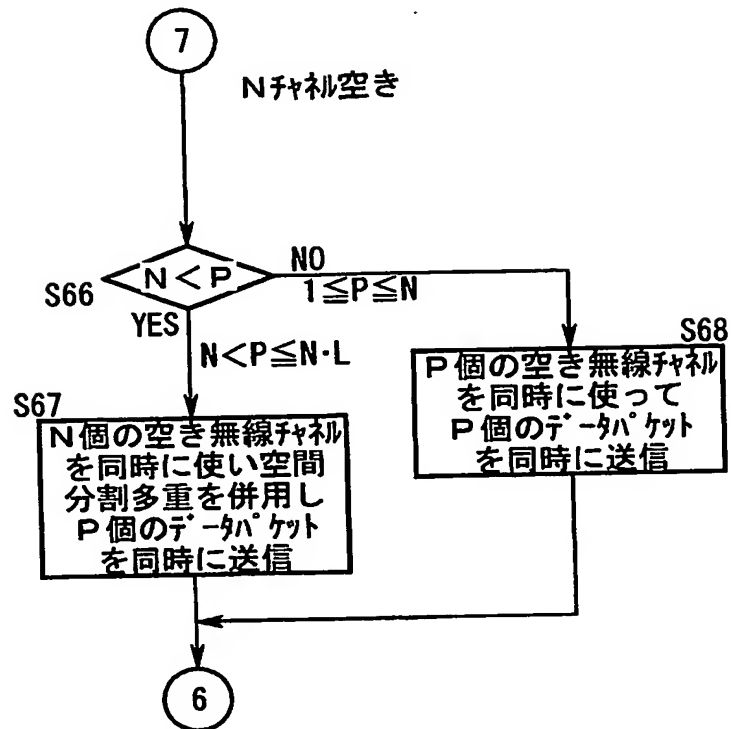
【図10】

送信処理 (5-2)



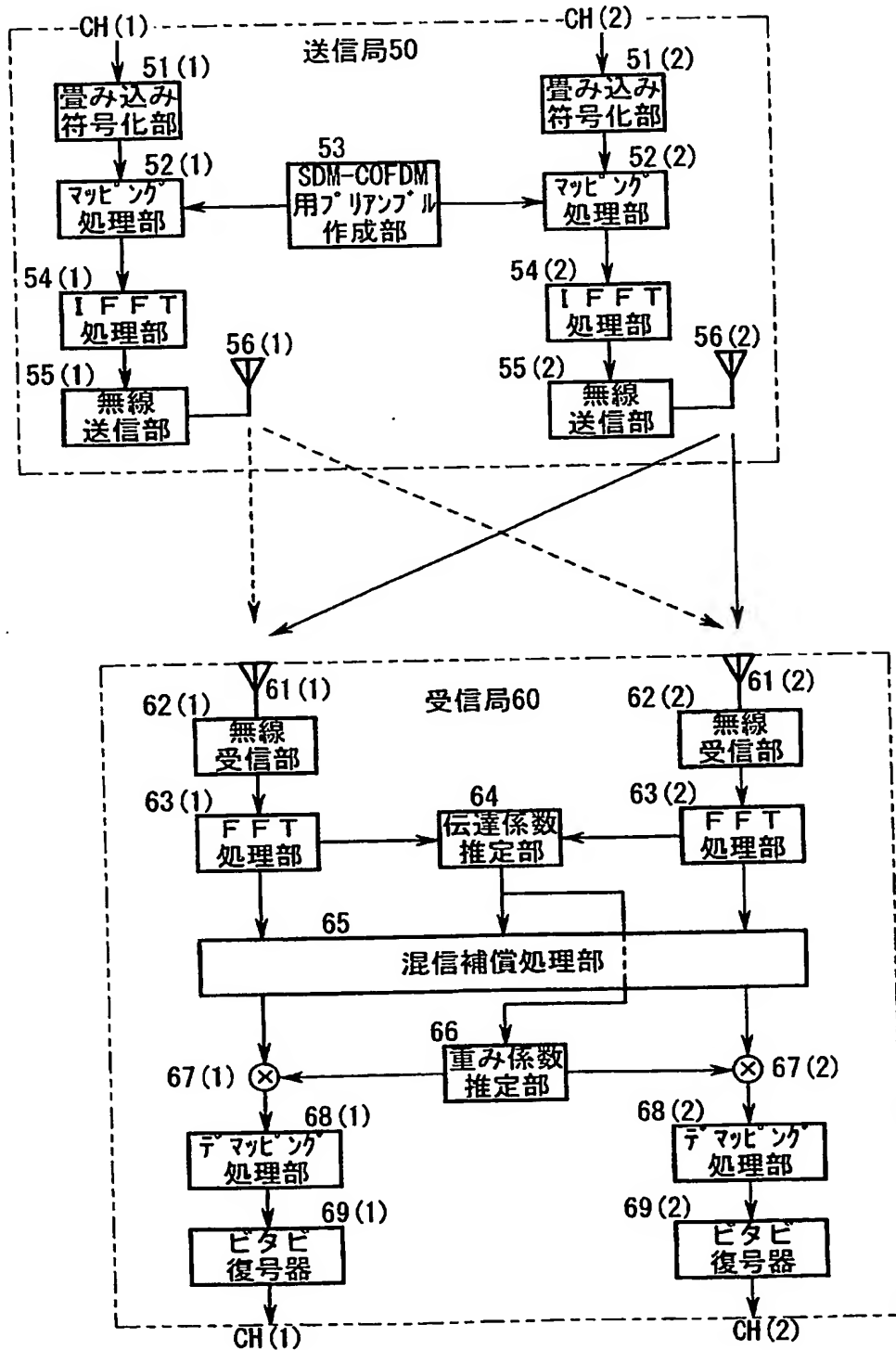
【図 11】

送信処理 (5-3)



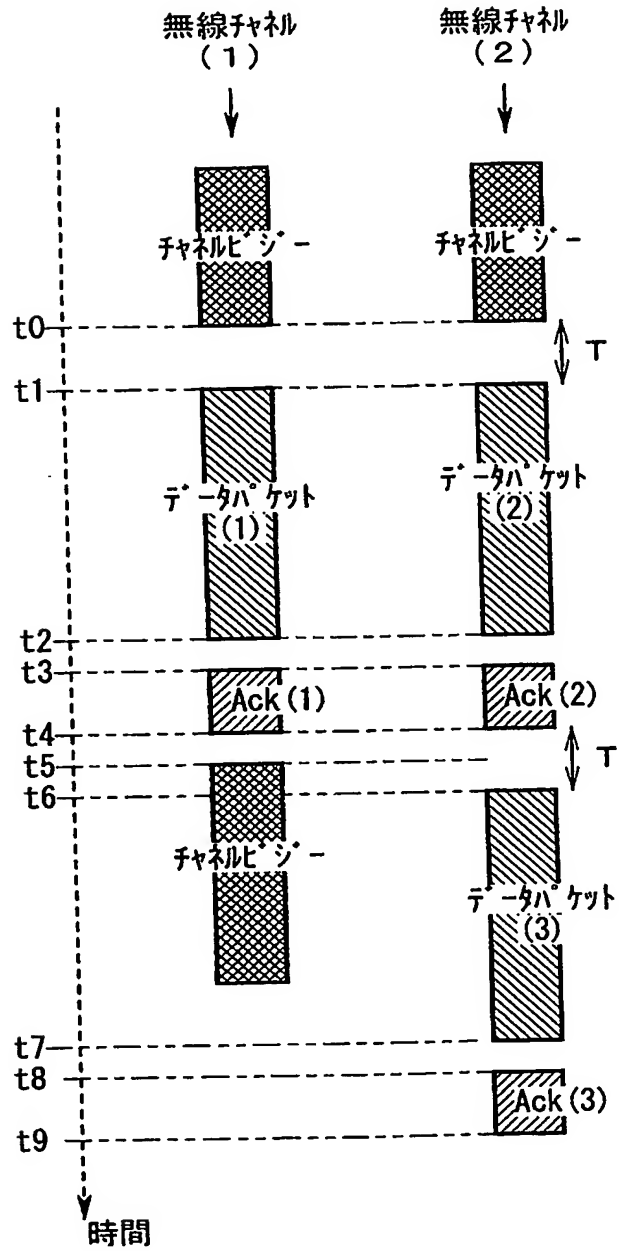
【図 12】

空間分割多重を行う通信装置の構成例

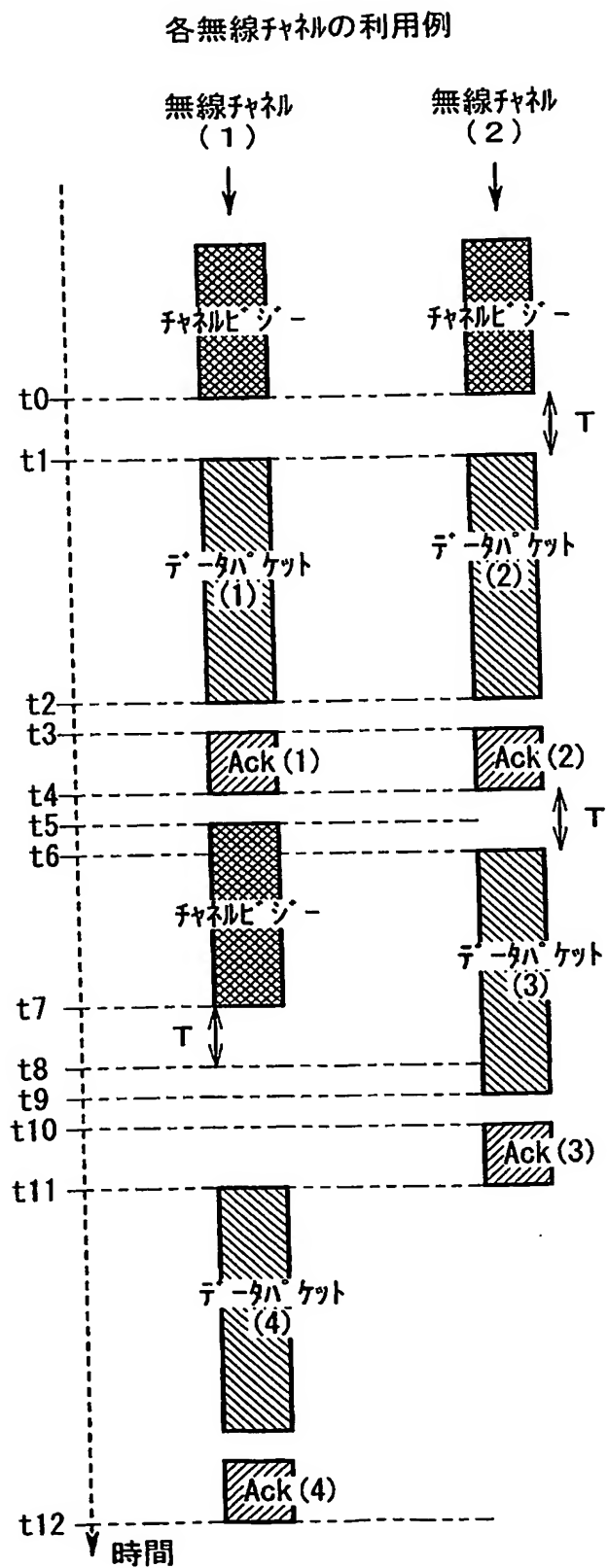


【図 13】

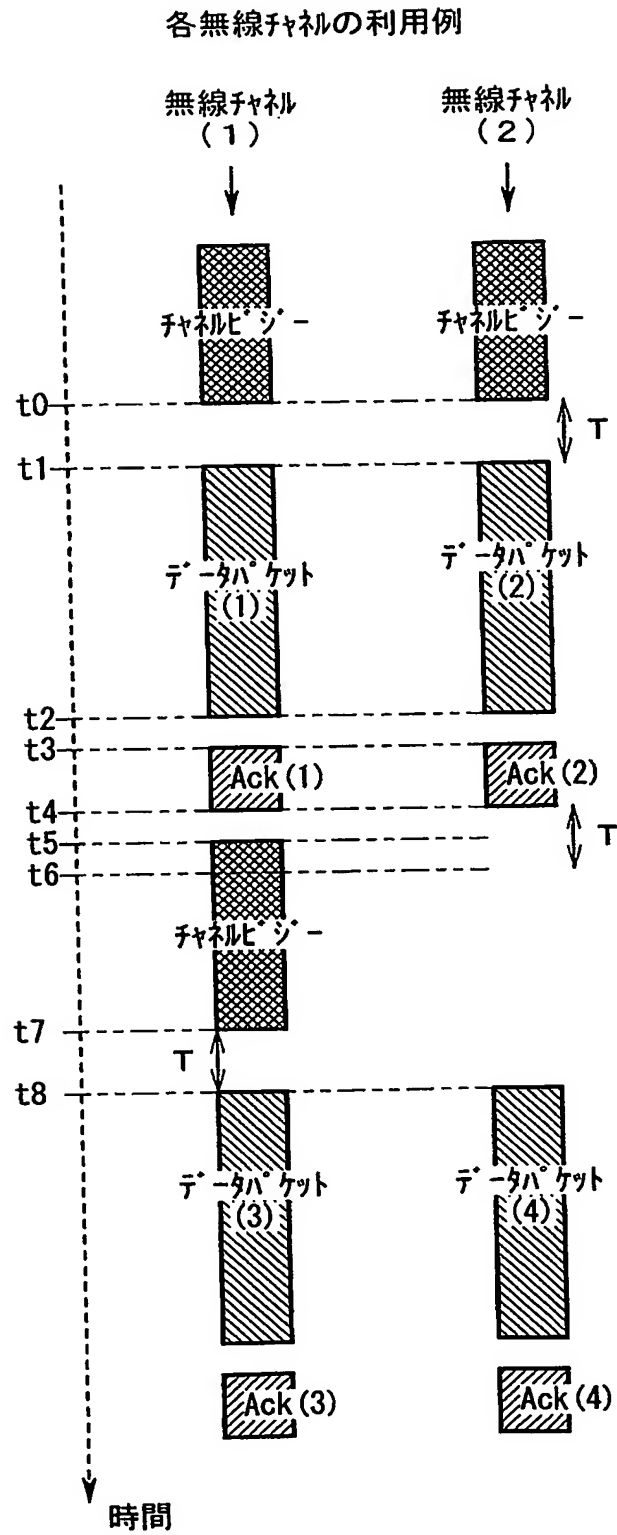
各無線チャネルの利用例



【図 14】

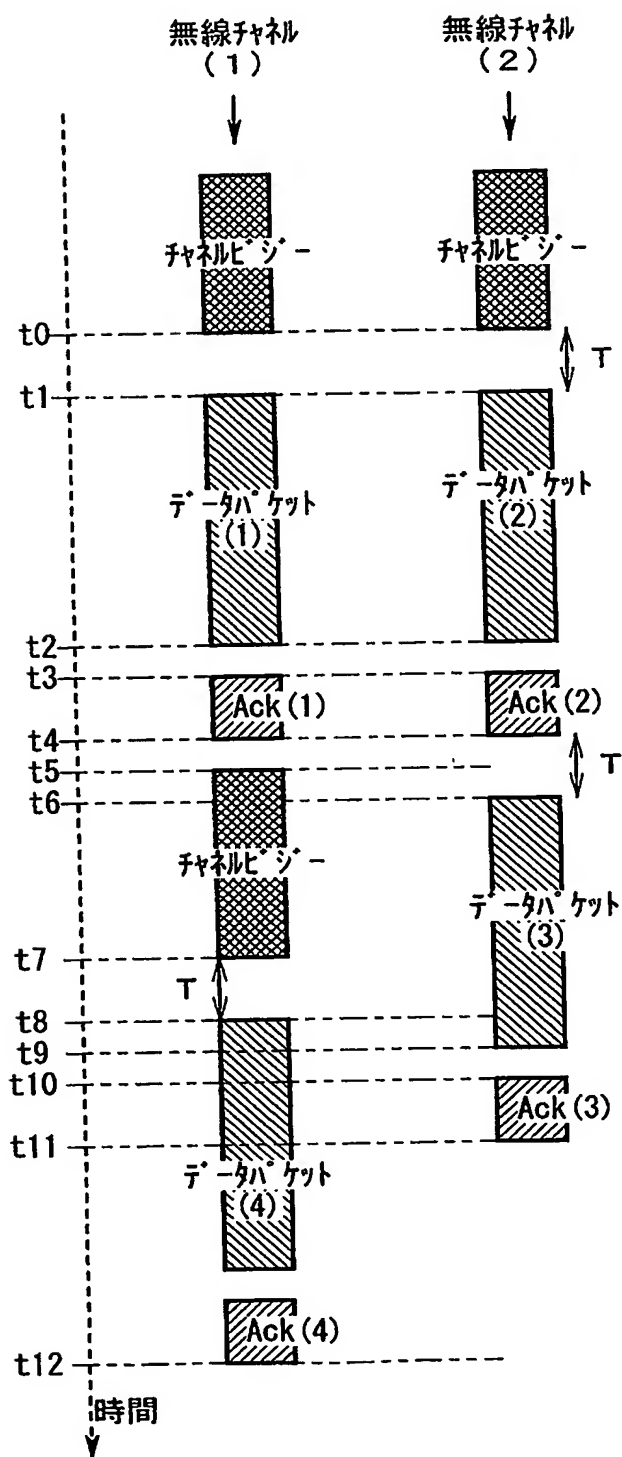


【図 15】



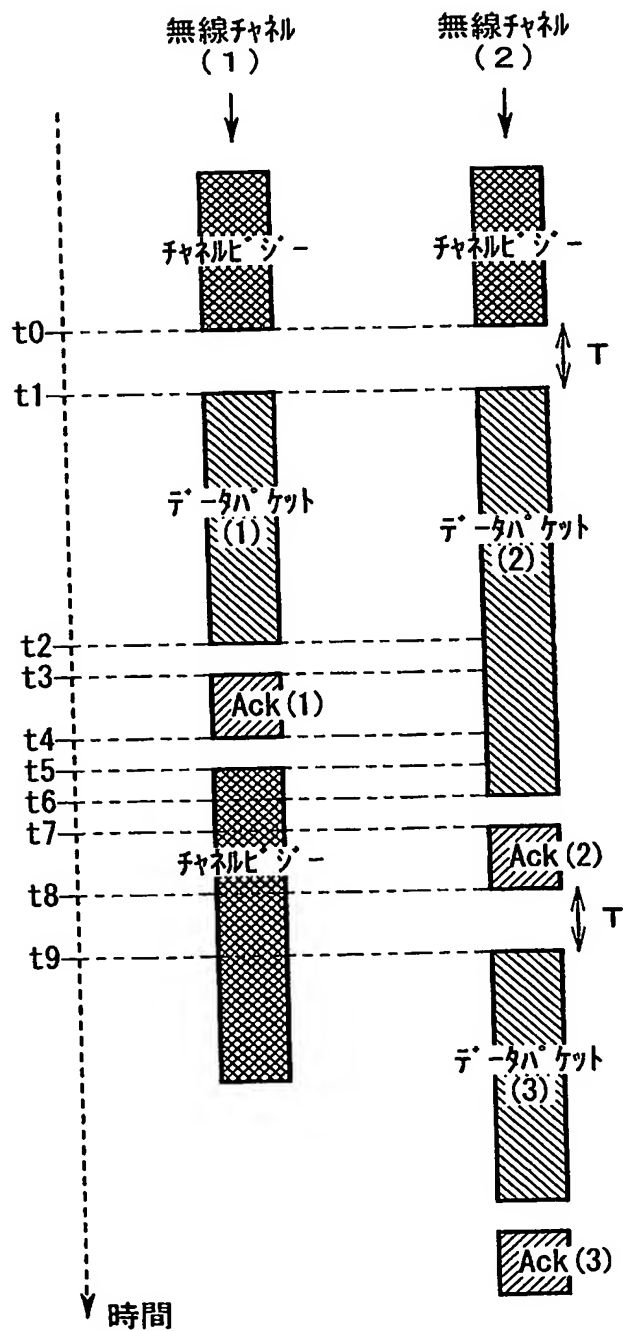
【図 16】

各無線チャネルの利用例



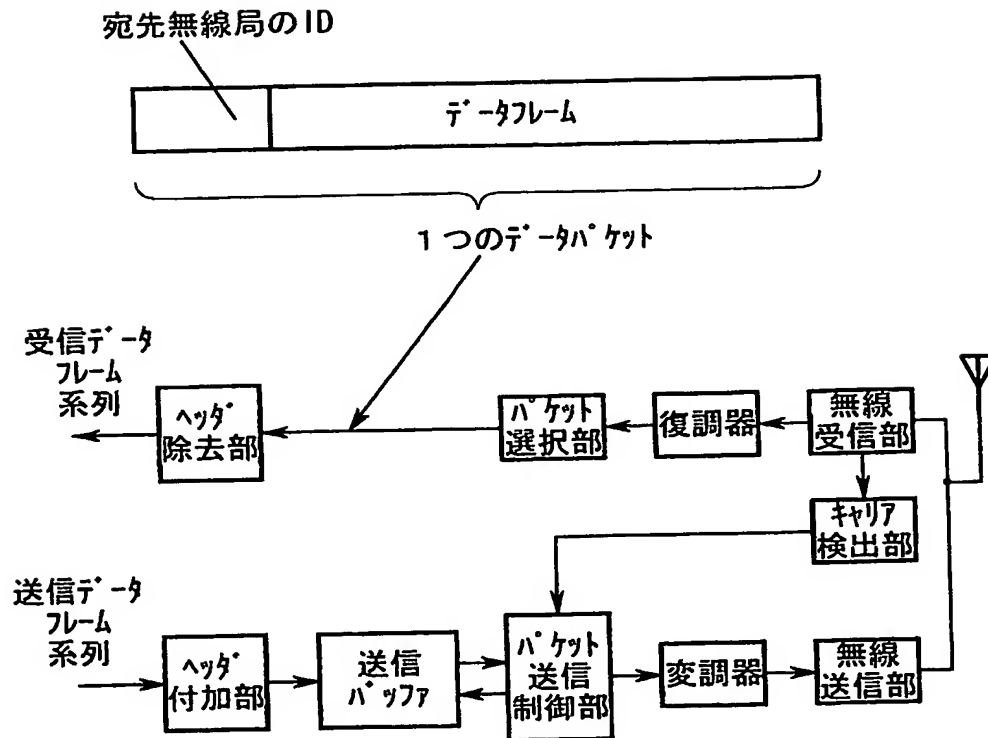
【図 17】

各無線チャネルの利用例



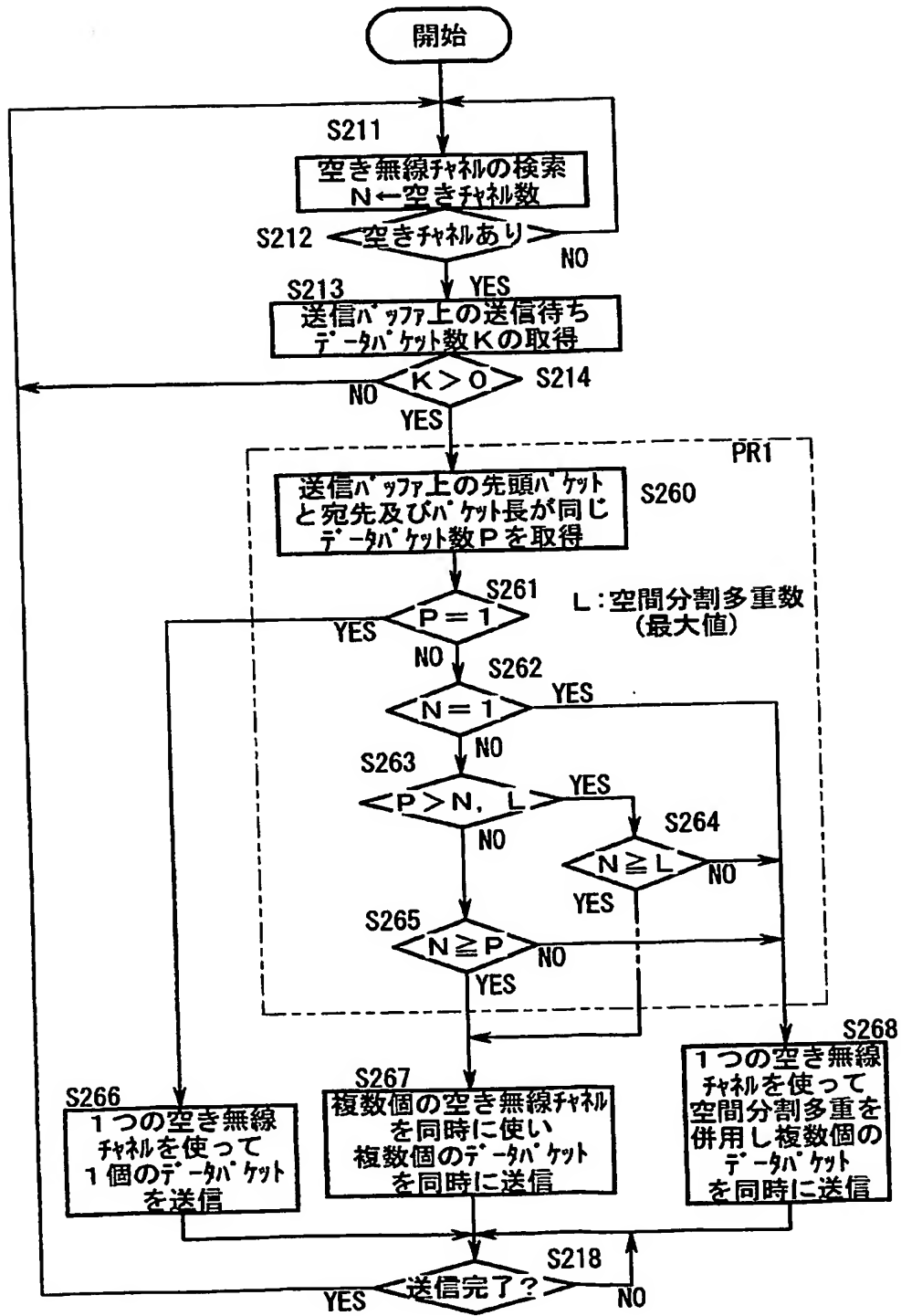
【図 18】

従来例の無線局の構成

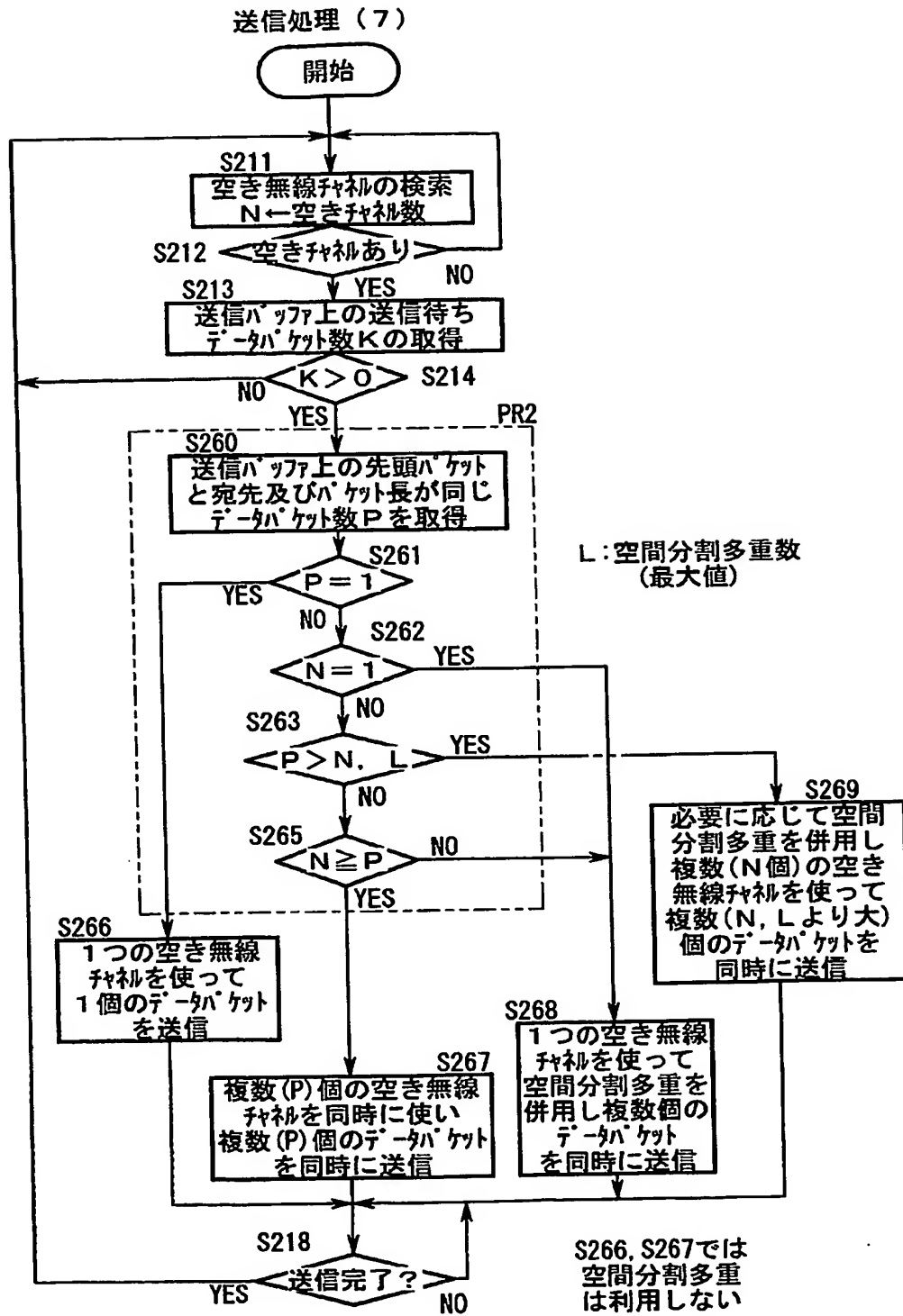


【図 19】

送信処理 (6)



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は各無線局が複数の無線チャネルを同時に利用できる場合に、チャネル間で電力の漏洩が生じる場合であってもスループットを改善することが可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 複数の無線チャネルの利用が可能な 2 つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に利用し、パケット長が互いに同一もしくは同等の複数のデータパケットを前記複数の無線チャネルに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 7 3 9 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日	1 9 9 9 年 7 月 1 5 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号
氏 名	日本電信電話株式会社